Ecole de Condé – Paris. Restauration et Conservation d'œuvres d'art
Section : Restauration de Céramiques

ETUDE ET RESTAURATION D'UN BOL A PUNCH DU XVIIIème siècle

Mémoire de fin d'études présenté par
Mathilde SWARTVAGHER



Année scolaire 2005-2006

FICHE TECHNIQUE

Identification

Désignation : Bol à punch* en porcelaine de la Compagnie des Indes.

Provenance : Chine.

Propriétaire : M. RICHARD Fils.

Datation : Époque K’ien-long (1735-1796). Un expert de la société Tajan l’a daté des environs de 1770.

Description : Le bol a une forme simple et régulière. Décoré à l’intérieur et à l’extérieur, on distingue :

- A l’intérieur, une frise à motifs géométriques (sur la bordure) et une composition florale (au centre).
- A l’extérieur, le décor utilise toute la panse de l’objet. Il est composé de 6 scènes de tailles différentes : 2 historiées, 2 animalières, et 2 naturelles.

Dimensions :

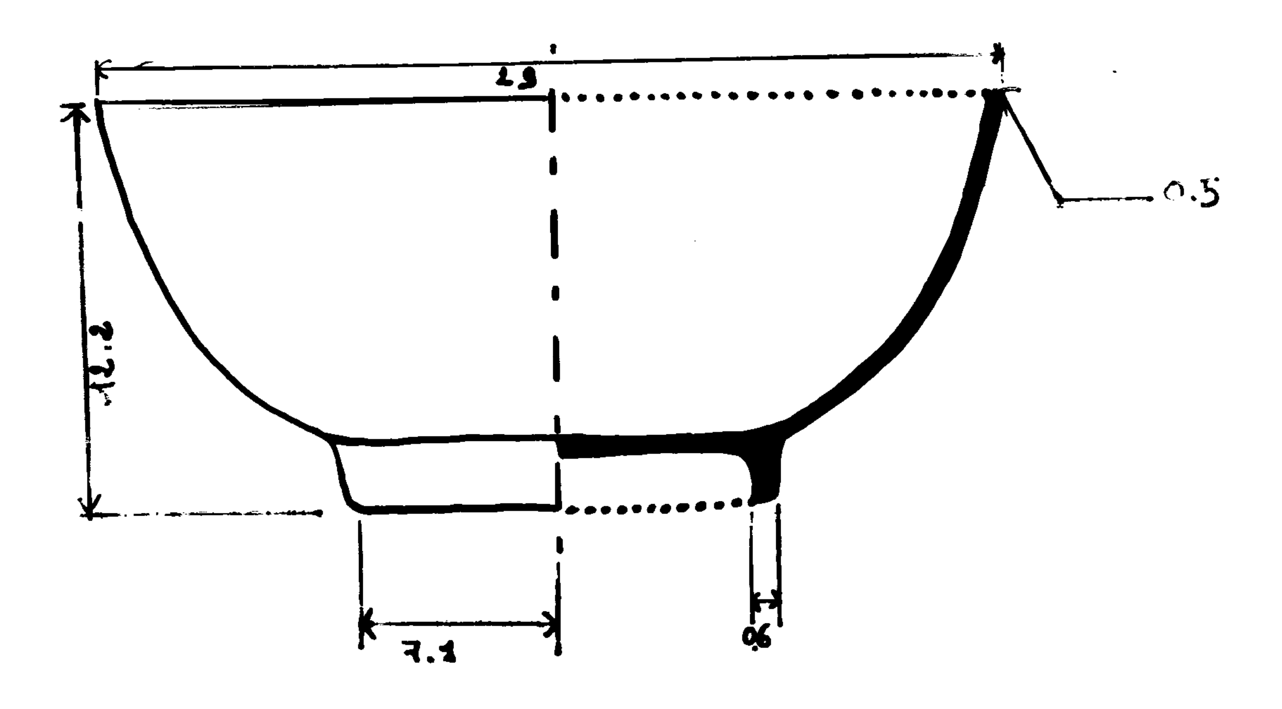


Fig.1 Croquis du bol.

Poids : 1394g.



Fig.2 Avant restauration.

Etat de conservation

Nombre de fragments : 9

Lacune : 1 petit manque au niveau de la panse du bol.

Interventions antérieures : l’objet a été recollé proprement mais l’adhésif a jauni en vieillissant.

Remarques : 4 fêles.

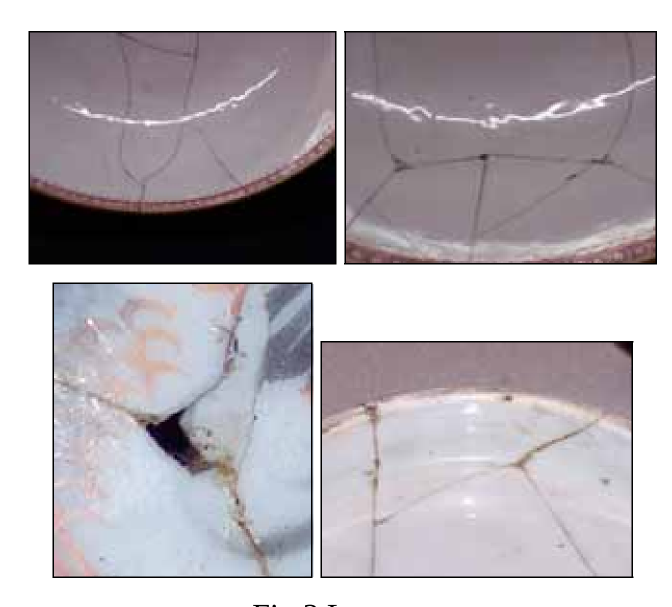


Fig.3 Lacunes

Traitement de restauration

- dé-restauration : eau chaude, décapeur thermique, acétone, brosse à dents
- nettoyage : chiffon, eau + 5% de décon 90, eau oxygénée avec 1% d’ammoniaque sur les fêles (blanchiment)
- bouchage : mastic polyester de finition, ferro élastic blanc, Soloplast (Vosschemie).
- retouche illusionniste : Polyuréthanne (Autocolor) pour la couleur de fond
  Pigments + couleur maimeri, liant acrylique (Bourgeois) pour les décors.
- vernis : Polyuréthanne (Autocolor).
- or : gomme arabique blanche + poudre d’or

Conseil de conservation

Pour préserver l’objet et sa restauration, il faut prendre quelques précautions.

- Exposition : éviter l’exposition directe des rayons du soleil.

- Manipulation : maintenir à deux mains, transporter dans un carton et emballer dans du papier bulle.

- Nettoyage : Un simple coup de chiffon sec ou humide permet d’éliminer la poussière. Il ne faut surtout pas employer de produits ménagers comme l’eau de javel ou l’acétone.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Notre objet de fin d’étude est un bol à punch* en porcelaine provenant de Chine. D’après un expert et des recherches historiques, il date des environs de 1770.
Cette pièce a été trouvée lors d’une rencontre avec Mr RICHARD qui est un antiquaire spécialisé en céramique, dans une galerie d’antiquaires à Amiens. Ce professionnel n’a pas hésité à me prêter une pièce. Il m’a présenté diverses pièces en faïence et aussi en porcelaine.

J’ai choisi ce bol à punch pour sa richesse des décors et sa variété de couleurs. De plus, j’avais déjà remarqué qu’il fallait restaurer la dorure. Je me suis toujours demandée comment on la restaurait sur la céramique. Cet objet me permettrait d’approfondir cette question.

Dans ce mémoire, on trouve une partie historique avec une analyse plastique, iconographique des motifs, ainsi qu’une étude permettant la datation de l’objet. Ensuite, les étapes de restauration ainsi que le choix des produits sont expliqués. Enfin, l’or sur la porcelaine est étudié d’une manière technique et scientifique, tout en essayant de répondre aux mieux aux impératifs d’une restauration.

I- HISTORIQUE

A – Description de la matière

1- Matériaux utilisés pour ce bol à punch*.

- *La porcelaine*

Qu’est-ce que la porcelaine dure*[1] ?

La porcelaine est généralement blanche, dure et vitrifiée. Elle est composée de kaolin*, de petuntse*, de quartz* et de feldspath*. Pendant la cuisson le petuntse* se transforme en une sorte de ciment qui va ensuite enrober les particules de kaolin*. Le feldspath quant à lui est un fondant*.

Il existe plusieurs étapes de fabrication de la pâte :

- Le mouillage : On mélange tous les ingrédients pour obtenir une matière malléable. Celle-ci subit les intempéries pendant une période pouvant aller jusqu’à plusieurs années. Pendant ce temps, les composants organiques de la pâte se dégradent pour former un liant.

- Le pétrissage : Cette étape permet d’homogénéiser le mélange qui est mis dans une cuve où un buffle[2] piétine la substance. Puis la matière obtenue est placée dans un bassin pavé et foulée par les pieds des hommes. La pâte est ainsi prête à l’emploi.

Le point de vitrification* de ce mélange se situe entre 1350° et 1400°C.
Le quartz et le feldspath peuvent être remplacés par la pegmatite* et la craie*.
La porcelaine est cuite généralement en atmosphère réductrice*. Ce type de cuisson permet d’obtenir une couleur plus blanche sans aucune nuance de jaune.

La glaçure* de la porcelaine est transparente. Elle est constituée de petuntse* finement pulvérisé et mélangé à de la chaux* et à de la cendre de fougères.
En général, l’émail*, incolore, est apposé en couche très mince, ce qui lui donne une brillance importante.

[1] * Tous les termes suivis d’un * sont expliqué dans le lexique page 106.
[2] Autrefois, le buffle était utilisait en Chine. En Europe, c’est plutôt le cheval. Maintenant, le pétrissage est principalement remplacé par des machines.

La glaçure est posée sous ou sur le décor. L’émail* se noue avec le dégourdi* aux alentours de 1350°C.

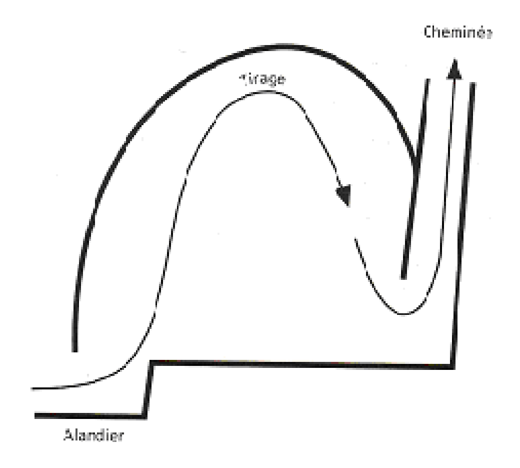


Fig.4 Coupe longitudinale de four

« en forme de petit pain arrondi » (*mantouyao).*

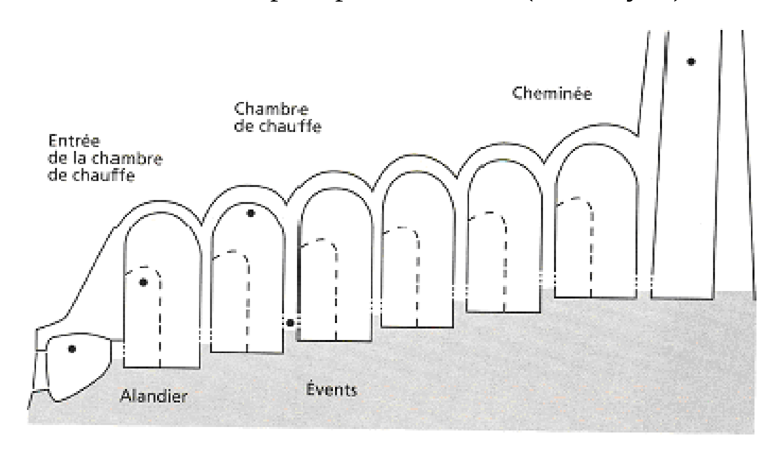


Fig.5 Coupe longitudinale de four « dragon » (*Longvao*).

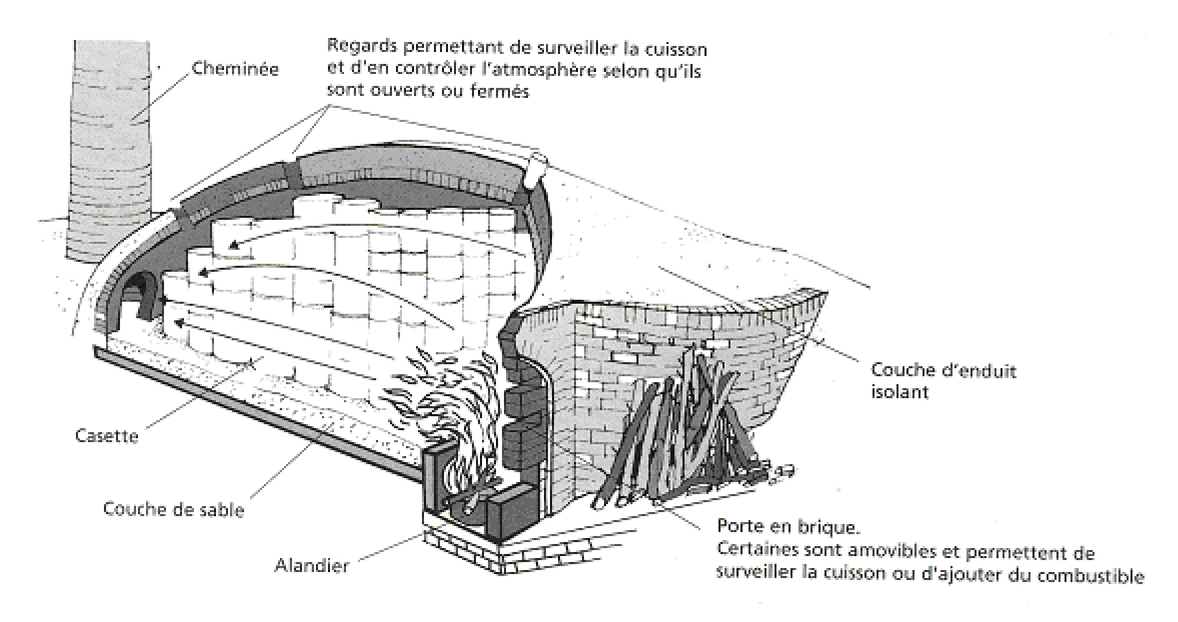


Fig.6 Four « en forme d’œuf » utilisé à

Jingdezhen à partir de la fin du XVIe siècle.

- *Les oxydes*

Quels sont les pigments utilisés pour obtenir la couleur ?

Les couleurs pour porcelaine, comme toutes les couleurs vitrifiables, sont des minéraux formés par des oxydes colorants mélangés de fondants. Ces fondants contiennent de la silice, du borax, de l’oxyde de plomb et de bismuth, du carbonate de soude, de nitre, etc…

● Rouge :



Fig.7 Couleur rouge du bol.

Ce coloris est obtenu avec l’oxyde de fer*.
Le fer a déjà été découvert dans l'Antiquité. Le premier fer utilisé (environ 4.000 ans avant J.-C.) provient vraisemblablement de météorites dans lesquelles le fer apparaît à l'état naturel.

Les Hittites[3] ont été les premiers à réussir à préparer du fer à l'aide de charbon de bois. Vers 800 avant J.-C., on commence à exploiter le minerai et à fabriquer du fer en Europe[4]. La découverte de la fabrication du fer à l'aide de coke* correspond au début de la révolution industrielle. Auparavant, on fabriquait l'acier par réduction* du minerai de fer avec du charbon de bois dans un four.

Actuellement, on prépare du fer (de l'acier) par réduction du minerai de fer avec du coke* dans un haut-fourneau.



Fig.8 Poudre d’oxyde de fer.

[3] En Asie; environ en 3 000 avant J.-C.
[4] Dans les Balkans et en Autriche.

● Rose:



Fig.9 Couleur rose du bol.

Cette couleur vient du pourpre de Cassius* qui commença à être employé vers 1720. Le pourpre de Cassius donne un ton rose, brun rouge ou violet.

Cette couleur fut déjà employée sous K’ang-hi (ou Kangxi (1662-1722) sur quelques pièces. Elle fut surtout employée aux périodes Yong-tcheng (1723-1735) et K’ien-long (1736-1795).

A l’époque Yong-tcheng, le rose est léger et tendre. Sous K’ien-long, il ressemble à celui de l’époque Yong-tcheng. Ensuite, le rose devient plus vigoureux, utilisé à profusion et en relief.

● Violet :

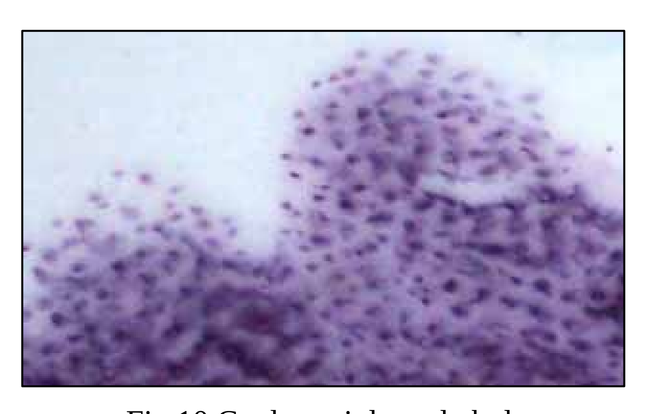


Fig.10 Couleur violette du bol.

Cette couleur est souvent obtenue avec du dioxyde de manganèse. Le violet est une couleur moderne qui existe depuis environ 1860. C’est un pigment quinacridonique*.



Fig.11 Poudre de dioxyde de manganèse.

● Bleu :



Fig.12 Couleur bleue du bol.

Cette teinte est obtenue avec de l’oxyde de cobalt. Il s’agit d’un colorant très puissant qui donne pratiquement tout le temps des bleus.

Le cobalt a été découvert en 1735 par G. Brandt dans des minéraux de bismuth*. Ce pigment a déjà été utilisé dans l’antiquité pour colorer le verre en bleu.

Autrefois, on mélangeait de la poudre de cobalt avec du charbon de bois.
Actuellement le cobalt est calciné, ensuite, il subit un traitement avec de la soude et de l’acide nitrique et c’est à ce moment là qu’on obtient l’oxyde de cobalt.

Le bleu de cobalt (aluminate de cobalt, $CoAl_2O_4$) [5]est employé comme pigment pour la coloration en bleu de l'émail, de la porcelaine, du verre et de la peinture, ainsi que pour l'encre bleue des billets de banques.

Vers le début du VIIIème siècle, on l'utilisait en Chine pour la coloration de la porcelaine. On peut le préparer de différentes manières, entre autres en chauffant de l'oxyde de cobalt* avec de l'alun*.

Il s'agit d'un pigment bleu clair très solide à la lumière qui possède une bonne résistance contre les températures élevées et à l'attaque des acides et des bases. Le "bleu de Delft" bien connu contient des composés de cobalt comme pigment.

On se sert de différents sels de cobalt pour la coloration en bleu des objets en poterie, en porcelaine ou comme pigment dans la peinture et dans la photographie en couleur tels que un pigment bleu ciel pour la peinture d'aquarelle et de céramique, et le violet de cobalt. Le violet de cobalt permet la teinture du cuir synthétique.

[5] Egalement connu sous d'autres noms, par exemple le bleu de Thénard.

On utilise de l'oxyde de cobalt dans de petites quantités pour neutraliser la teinte jaune du fer. Dans des quantités plus importantes, il sert de pigment bleu.



Fig.13 Poudre d'oxyde cobalt.

● Vert :

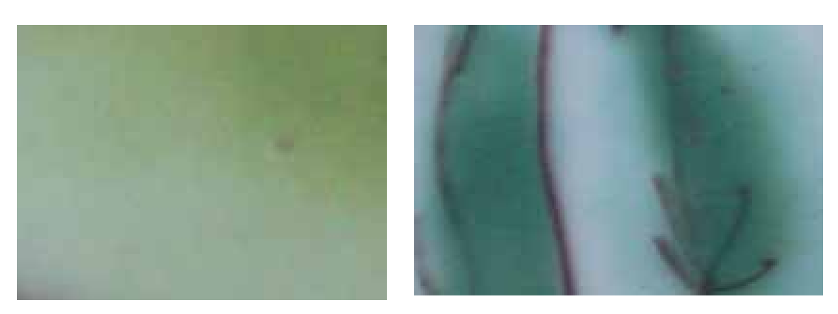


Fig.14 Différents verts du bol.

Ce coloris peut être réalisé soit avec de l'oxyde d'étain* soit avec de l'oxyde de chrome*. Sur le bol, le vert a été peint grâce à de l'oxyde de chrome.[6]

En 1798, N. L. Vauquelin est parvenu à isoler le chrome par réduction du trioxyde de chrome* (issu de la crocoïte*) avec du carbone.

Actuellement, on prépare le chrome en portant à la fusion le minerai contenant du chrome. Après acidification et purification du dichromate obtenu, on le fait réagir dans de l'oxyde de chrome que l'on réduit avec de l'aluminium.

On utilise également ces pigments dans des matières synthétiques, dans l'émail et dans la céramique.



Fig.15 Poudre d'oxyde de chrome.



Fig.16 Poudre d'oxyde de cuivre.

[6] Le chrome a été découvert en 1797 par N. L. Vauquelin.

● Manganèse :



Fig.17 Oxyde de manganèse sur les branches du bouquet central.

Cet oxyde est un brun violacé qui est développé par ce pigment.

Le manganèse a été découvert en 1740 par J.H. Pott et en 1774 par C.W. Scheele et T. O. Bergman.

En 1774, on chauffait du dioxyde de manganèse (MnO2) avec du carbone et de l’huile pour obtenir un peu de métal.

On n'a obtenu du manganèse métallique pur qu'en 1930 par électrolyse* de sels de manganèse.

Actuellement, on prépare le manganèse en mélangeant du fer ou du silicium*. Ce mélange est mis en réduction* avec du coke*. Le mélange obtenu peut être utilisé comme métal.

Le manganèse est une couleur brun foncé ou noire. Dans des céramiques, il est dû à l'addition de dioxyde de manganèse généralement en combinaison avec d'autres oxydes métalliques (fer et chrome).



Fig.18 Poudre de dioxyde de manganèse.

● Brun :



Fig.19 Couleur brune du bol.

Il est obtenu grâce à l’oxyde de fer*. Ce dernier est très répandu dans la nature. Il donne des bruns, ocre, crème en cuisson oxydante*.

● Gris :



Fig.20 Couleur grise du bol.

Le gris est une couleur de transition entre le blanc et le noir.

● Noir :



Fig.21 Couleur noire du bol.

Une couleur brun foncé ou noir en céramique est due à l'addition de dioxyde de manganèse généralement avec d'autres oxydes métalliques (par exemple, le fer et le chrome). Les briqueteries sont de grandes consommatrices de dioxyde de manganèse. Elles l’utilisent pour la coloration de leurs briques.

● Or :

L'or représente le plus vieux métal connu. Déjà utilisé pour les bijoux, il l’était aussi pour la monnaie d'échange avant 4 000 avant J.-C.

On obtenait autrefois l'or en lavant avec de l'eau du sable aurifère*[7] et par extraction de roche contenant de l'or dans du mercure. Ce procédé a déjà été utilisé approximativement en 1500 avant J.-C. Pour la séparation, on utilisait de fines peaux, (des non-tissés) qui permettaient de récupérer de très petites particules d'or.[8]

[7] La "ruée vers l'or" aux Etats-Unis
[8] Cette pratique est à l'origine de l'expression "Toison d'or".

Actuellement, l'or, dans les minerais aurifères*, est dissout dans du mercure*. Ensuite, on sépare le mercure par distillation*, si bien que l'on obtient de l'or brut (90 % de pureté) que l'on purifie par une remise en fusion.

L'or est utilisé en céramique sous forme de sulforésinate* d'or.

2- Fabrication du bol.

Il est vraisemblable que le bol ait été tourné parce qu'il ne contient pas de marques de coutures de moules. De plus, il est d'une finesse extrême (cette épaisseur est difficile à obtenir par moulage ou par un autre procédé de fabrication). Enfin, on distingue des traces de cercles à l'intérieur de la base, ce qui indique que l'objet a été tourné.

Qu'est ce que le tournage ?

Le tournage est une technique de fabrication qui consiste à centrer une boule d'argile au centre d'une girelle*. Grâce à la force centrifuge et l'action des mains, la boule de terre est transformée pour donner une forme. Pour élever une forme régulière, il faut garder les mains mouillées pendant toute l'opération. On calibre l'objet avec une estèque*. Ensuite, pour décoller la pièce du tour, on passe un fil à couper, puis, on la pose sur un rondeau de plâtre.

L'objet est mis à raffermir pour obtenir la consistance de cuir. Si l'on doit faire des découpes ou rajouter des éléments (un bouchon de préhension, une anse, …). C'est à ce moment qu'il faut le faire. Puis, l'objet est mis à sécher pendant au moins trois semaines.

Les couleurs employées (rose, violet, et rouge) et leurs vivacités permettent d'affirmer que cet objet a été décoré avec la technique du décor sur émail cuit. Cette technique permet de jolis dégradés et rend l'émail mât à l'endroit où la couleur a été posée.

Qu'est-ce que la décoration sur émail cuit ?

La décoration sur émail* cuit est une technique de décor sur porcelaine ou faïence.

La pièce subit une première cuisson de biscuit* (ou dégourdi* pour la porcelaine), puis elle est recouverte d'une fine pellicule d'émail*. Ensuite, elle est cuite une seconde fois à environ 980°C.

De la couleur est mélangée avec un médium. Elle est appliquée à l'aide d'un pinceau, d'une éponge, d'un aérographe,…

L’objet est recuit une troisième fois entre 700°C et 890°C : C’est la cuisson de petit feu. Il est assez courant d’appliquer de nouveau de la couleur et ainsi de passer la pièce une nouvelle fois au four. On cuit d’abord les couleurs les moins fragiles comme le bleu et le vert. Les couleurs suivantes sont les noirs et les bruns. On termine par les jaunes, oranges, rouges et les métaux.

Qu’est ce que le petit feu ?

Tous les décors sur émail cuit subissent une cuisson de petit feu.
Le petit feu est le nom donné à la cuisson de décor sur émail cuit entre 890°C et 700°C. Cette cuisson se passe en atmosphère oxydante*.

3- Les défauts de fabrication.

Il existe différents défauts qui apparaissent lors de la fabrication. Il peut s’agir de défauts de manipulation avant la cuisson et de cuisson.

Quels sont les défauts de manipulations avant la cuisson ?

Avant la cuisson, la pièce a subi de mauvais traitements. En effet, on trouve sur l’ensemble de l’objet des rayures nettes de tailles différentes. (Voir fig.22 p.22)



Fig.22 Eraflure du décor.

Quels sont les défauts de cuisson ?

• Tressaillage :

Les couleurs vertes et bleues ont été posées en surépaisseur pour obtenir du volume. Ce qui a provoqué un tressaillage : un réseau de fentes dans la glaçure. Il se produit lorsque le coefficient de dilatation* de l’émail et de la pâte sont différents. (Voir fig.23 p.23)

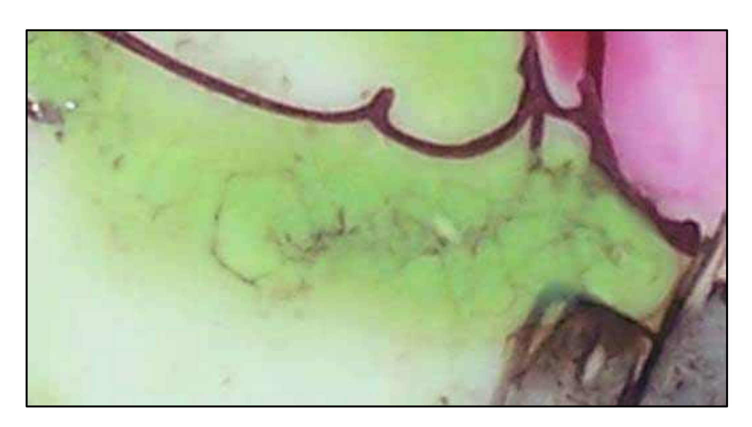


Fig.23 Tressaillage.

• Trou d'épingle :

On distingue un minuscule trou isolé à la surface de l'émail. Il apparaît souvent comme un petit point sombre au fond d'un cratère. (Voir figs.24 p.23)





Fig.24 Deux trous d'épingle se trouvant au centre du bol.

• Chute de particules du four :

Des petites particules du four se sont déposées accidentellement sur l'émail pendant la cuisson. On suppose que ces débris proviennent des briques réfractaires du four.

B - Descriptif du décor

Le bol à punch* est un récipient de forme simple et régulière, proche du saladier. C'est un bol de grande taille destiné à préparer et servir le punch chaud. Le décor est peint à la main. Un bol à punch* en porcelaine dure à une forme similaire (Voir fig.25 p.24)



Fig.25 Bol à punch* en porcelaine dure, avec un décor maçonnique.
Il date d’environ 1755 (règne de Qianlong (1736-1795)) et provient de Chine, fours de Jingdezhen, Jiangxi. Il mesure 12,3 cm de hauteur et 29,2 cm de diamètre.

Le bol est décoré à l’intérieur et à l’extérieur :

- à l’intérieur, une composition florale se trouve au centre tandis qu’une frise orne le bord, un filet termine le décor sur la lèvre.
- à l’extérieur, des scènes recouvrent entièrement la panse.

1-L’intérieur :

• Le filet :

Un filet d’or partiellement usé orne la lèvre. Sous ce filet se trouve une sous-couche de couleur miel. Un bol à punch datant de 1740 a un filet en or au même emplacement. (Voir fig.26 p.24)



Fig.26 Bol à punch* en porcelaine dure. 1740 Chine.

• La frise :

Située sous la lèvre, elle est composée d’un motif géométrique répété. Ce motif, délimité par un filet, présente en alternance des ovales rouges et des Ỵ noirs.

A l'intérieur de l'ovale, on trouve un point rouge central entouré de points rouges. Les ovales et les Ỵ sont cernés par deux filets noirs.

En dessous, un filet rouge suit ce dernier. Ensuite, des ponts rouges reliés, appelés « dents de loup » inversées, collent le filet rouge. Une série de points rouges concluent la frise. (cf. Fig.27 p 25)

Une théière de l'époque contient la même frise. (cf.28 & 29 Fig. p25)



Fig.27 La frise.



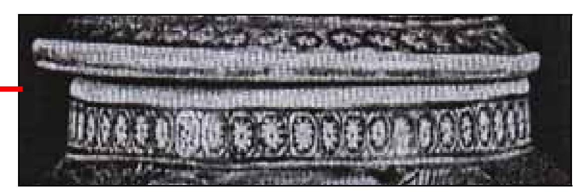


Fig.28 Théière de style mandarin.

Fig.29 Agrandissement de la théière.

Décor : La présentation par l'entremetteur d'une jeune fille à sa future famille.

Epoque Kien Long.

- La composition florale :

Composée de trois fleurs, elle se situe au centre du bol. De gauche à droite les fleurs représentées sont l'anémone, la pivoine et l'iris. (cf. 30 Fig. p26)

L'anémone et 16 feuilles sont cernées par un trait de manganèse.

La pivoine rose à 13 pétales. Sur la tige, se trouve une feuille à dents arrondies. Cette ramée est de couleur verte cuivre.

L'iris est dressé sur une branche à 19 feuilles.

Fig.30 La composition florale.

2-L'extérieur :

Toutes les scènes se lisent de gauche à droite.
Le décor couvre toute la panse. Il est cerné en haut de la lèvre et au départ du pied par un filet noir.

Notre objet se rapproche de par le décor historié d'un autre bol à punch* en porcelaine fine qui a été daté de 1760; le décor couvre toute la panse. (Voir fig.31 p.26)

Fig.31 Bol à punch* en porcelaine fine, d'exportation. Il date de 1760, plus exactement de la famille rose, sous le règne Qianlong. Il mesure 6 pouces de hauteur et 14 pouces de diamètre.



Le fond extérieur de notre objet est bouché par un motif géométrique. Ce dernier se retrouve sur une tasse et une soucoupe de Chine. (Voir figs.32 & 33 p. 27)

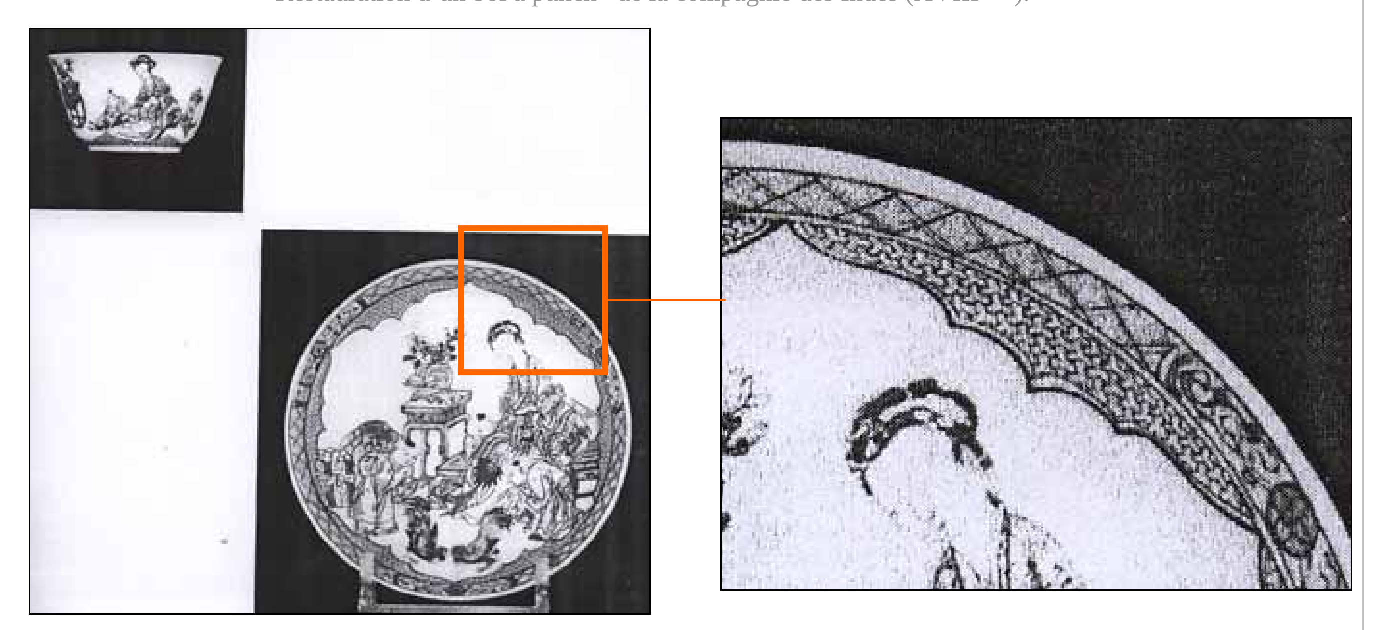


Fig.32 Tasse et soucoupe en coquille d'œuf
Décor Ma Kou et son buffle.
Epoque Yong Tcheng.

Fig.33 Agrandissement de la soucoupe.

- La scène de l'accueil des invités. (Voir fig.38 p.29)

Elle mesure environ 31 cm de long et s'intercale entre la scène du coq au criquet, à gauche, et la scène du coq à la libellule à droite.
Deux hommes se tiennent chaleureusement la main. Le premier, vêtu d'une tunique rose et d'un pantalon vert, tient son camarade avec son bras gauche passé sur l'épaule du second.
Ce dernier est habillé d'une tunique bleue et d'un pantalon marron. (Voir fig.43 p.27)



Fig.34 Les deux hommes.

Derrière, une rambarde marron composée de trois montants horizontaux est disposée. Au fond un grand buisson vert orne le paysage. Un mur avec une fenêtre est présent à l'arrière-plan.

A la droite des hommes, une femme se maintient contre un arbre. Elle porte une très longue tunique vert pomme avec une ceinture bleue à la taille, sous laquelle se trouve une chemise rose à col Mao. Sous la tunique, elle porte un pantalon vert. Elle a les cheveux noués et des fleurs y sont attachées. Dans sa main droite, elle tient une fleur, sûrement une rose. (Voir fig.35 p.28)



Fig.35 La jeune femme.

Un mouton joue gaiement entre les personnages.

Un homme est légèrement courbé. Son costume est composé d'une tunique rose et d'un pantalon bleu. (Voir fig.36 p.28)



Fig.36 Jeune homme à la tunique rose.

A l'arrière, on retrouve les buissons verts.

Tout à gauche de la scène, une dame se tient debout. On suppose qu'il s'agit de la maîtresse de maison. Elle a une tunique verte à col droit avec un pantalon bleu. Le costume

contient une ceinture rose. Dans ses mains, elle tient un champignon magique. (cf. symbolisme de certains éléments du décor p.35). (Voir fig.37 p.29)



Fig.37 La maîtresse de maison.

A l’arrière plan, une architecture a été construite. Des buissons ont été peints au pied de cette construction.



Fig.38 Dessin de la scène de l’accueil des invités.

- La scène du coq à la libellule. (Voir fig.39 p.30)

Elle mesure 13 cm de long et se situe à droite de la scène du grillon et à gauche de la scène de l’accueil des invités.

Un gros morceau de roche marron est recouvert de végétaux. Une branche d’arbre pousse au pied du roc et traverse toute la scène. Sur cette branche, un coq observe une libellule qui vole.



Fig.39 La scène du coq à la libellule.

- La scène de l’arbre. (Voir fig.40 p.30)

Cette petite scène mesure environ 7 cm de large et se situe au dessus de la scène du coq à la libellule.

Elle est composée d’un amas de roches avec deux arbres et de hautes végétations. Un second tas de roche, avec une végétation basse se situe tout à droite du cartouche.



Fig.40 La scène de l’arbre.

- La scène du grillon. (Voir fig.45 p.32)

Elle mesure 31 cm de long et se situe entre la scène du coq à la libellule, à gauche, et la scène du coq au criquet, à droite. Mettre des photos individuelles de chaque élément et une en générale.

Un homme vêtu d’une tunique verte et d’un pantalon bleu est incliné. Il tient dans sa main un piège à grillon*. Deux grillons sautent en dessous. (Voir fig.41p.31)



Fig.41 Jeune homme aux criquets.

A proximité, un homme debout regarde les insectes. Vêtu d’une tunique rose et d’un pantalon vert, il tient dans ses mains une écuelle. (Voir fig.42 p.31)



Fig.42 Jeune femme à la tunique rose.

A côté, un homme légèrement courbé discute avec la femme de droite. Il est vêtu d’une tunique verte et d’un pantalon rose.

Le personnage féminin de droite est assis sur la roche, le dos appuyé sur un arbre. Il est vêtu d’une tunique bleue et porte une chemise à col Mao à longue manche rose. Son pantalon est vert. Une ceinture retient la tunique à la taille. Il a les cheveux noués et parsemés de fleurs. Il tient dans ses mains une écuelle. (Voir fig.43 p.32)



Fig.43 Jeune homme et jeune femme.

Tout à droite, un homme marche seul. Sa tunique est rose, avec un pantalon bleu. Derrière lui, se trouve une barrière pleine. (Voir fig.44 p.32)



Fig.44 Jeune homme à la tunique rose.

Le paysage est composé d'un lac violet, de roches marrons, de buissons verts ainsi que de lointains végétaux violets.



Fig.45 Croquis de la scène du grillon.

- La scène du coq au criquet*. (Voir fig.46 p.33)

Un criquet* est pourchassé par un coq. Sur la ligne d’horizon, se trouvent des buissons et un arbre. Elle mesure 13 cm de long et se situe à gauche de la scène de l’accueil des invités.



Fig.46 La scène du coq au criquet

- La scène de l’arbre. (Voir fig.47 p.34)

Un arbre ainsi que des arbustes recouvrent partiellement le sol.
Cette scène mesure 7 cm de long et se situe au-dessus de la scène du coq au criquet.



Fig.47 La scène de l'arbre

• Le fond. (Voir fig.48 p.34)

Les cartouches ne recouvrent pas entièrement le bol. Chaque cartouche a une forme irrégulière. Elles sont entourées par un double trait noir. Le décorateur a remplacé les vides par un fond rouge où des traits noirs dessinent des formes géométriques, à l'intérieur desquelles, la forme est stylisée en trait d'or.



Fig.48 Le fond.

C – Symbolisme de certains éléments du décor.

1- Végétaux

- Le champignon magique Lingzhi : (Voir fig.49 p.35)

Le champignon est symbole de longévité, car il se conserve très longtemps après séchage. Il fait partie des attributs du dieu de la longévité, ainsi que des « huit trésors »[9].

[9] Symbole de porte-bonheur.

Il est souvent représenté dans les mains des Immortels ou de Laozi*, dans la bouche du cerf et même entre ses cornes. Ce champignon pousse sur les troncs des arbres feuillus. En séchant, il prend la couleur acajou et il devient ligneux tout en gardant sa forme.



Fig.49 Le champignon magique sur le bol à punch.

- **La pivoine :** (Voir fig.50 p.36)

Cette fleur est originaire du centre et de l’ouest de la Chine. Elle a été cultivée à partir de l’époque Tang (618-907). L’empereur Gao Zong en aurait lancé la mode et l’impératrice Wu Zetian en aurait développé sa culture à Luoyang. L’appréciation de cette fleur devint plus importante sous les Song puis sous les Ming.

Cette plante a été déclarée « beauté nationale et parfum céleste »[10]. Une fleur de printemps très appréciée pour ses gros pétales décoratifs de couleur rose clair ou rouge. Son symbole est celui de la richesse, de la réussite sociale[11].

La pivoine exprimait la beauté féminine sous toutes ses formes. Une pivoine de couleur blanche représente une jeune femme pure, tandis que si la fleur est rouge, elle signifie une courtisane.

Malgré l’enrichissement du répertoire des fleurs chinoises, la pivoine reste celle la plus dessinée sur les porcelaines du XVIIIe siècle. C’est souvent leur abondance et leur tonalité dominante qui justifient l’appellation de « famille rose ».

---

[10] Livre de Michel Culas, la Grammaire de l’objet chinois, Edition de l’amateur, 1997.

[11] D’où ses surnoms « fleur des riches », « fleur des rois », « reine de toutes les fleurs ». Livre de Michel Culas, la Grammaire de l’objet chinois, Edition de l’amateur, 1997.

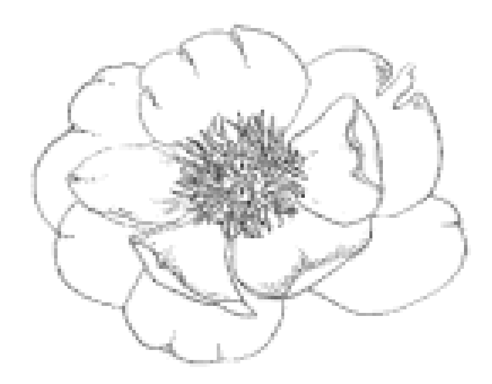


Fig.50 Pivoine.

2- Animaux

- **Le coq :** (Voir fig.51 p.37)

Ce volatile existe en Chine depuis au moins 1400 av. J.-C. Son nom est l’homophone de l’expression « pratiquer la divination » et aussi du qualificatif « heureux, bon augure ». Cet animal fait partie de l’astrologie et de la nécromancie.

Symbole du *yang*[12], le coq est le premier à se lever le matin. Son chant chasse les mauvais esprits de la nuit. Les Chinois l’appelaient « l’oiseau divin aux cinq talents ». Sa crête représentait l’expression de l’esprit littéraire, ses ergots l’indiquaient comme un guerrier courageux au combat. On s’en sert pour annoncer l’heure et même les crues.

Pour se protéger des épidémies ou des incendies, on réalisait le sacrifice d’un coq rouge ou blanc. Puis sa tête était accrochée sur le toit ou à la porte des maisons. Ce sacrifice servait quelquefois pour assurer une bonne récolte.

Lors des funérailles, un coq blanc est déposé sur le cercueil pour éloigner les mauvais esprits.

Lors des mariages, on plaçait un couple de coq en sucre sur l’autel des ancêtres.

Le coq était vénéré par les prêtres shintoïstes. Il est souvent représenté avec des pivoines, des papillons et des arbres en fleurs.

[12] Le **yang** est associé au Soleil qui représente la part masculine de la nature.



Fig.51 Le coq illustré sur l'objet.

- **Le criquet :** (Voir figs.52, 53, 54 et 55 p.37)

Le criquet ou sauterelle jaune ou verte, appartient à la famille des orthoptères. Il est très connu pour les ravages qu'il cause dans les cultures.

En Chine, les criquets sont vendus pour leurs chants particulièrement stridents. Ils sont achetés dans des cages de fibres tressées en boules ajourées. Ces boules sont accrochées ensemble par les vendeurs qui se promènent avec ces charmants « arbres sonores ».

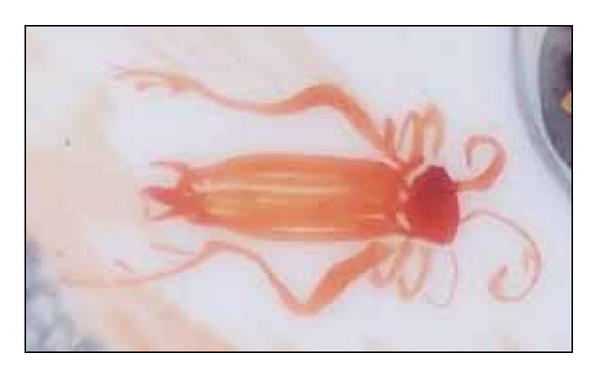


Fig.52 Le criquet peint sur le bol.



Fig.53 Criquet noir sur sa cage de fibres tressées.



Fig.54 Un « arbre sonore » de cages à criquets.



Fig.55 Un vendeur de criquets dans les rues de Pékin.

- **Le grillon :** (Voir fig.56 p.38)



Fig.56 Grillon peint sur la pièce.

Le grillon est sauteur, à ailes antérieures durcies (élytres) et à longues antennes filiformes. Il est très populaire pour son chant. D'après les spécialistes chinois, il existerait une soixantaine d'espèces de combattants, de formes et de couleurs différentes. Seuls les mâles chantent.

E - La dynastie des Qing (1644-1911)

Tandis que l'empire des Ming est en proie à des crises politiques et économiques, des tribus Jürchen fondent un nouvel état Jin dans le nord de la Chine. En 1635, ce peuple établi en Corée et en Mandchourie, prend le nom de Mandchous et leur chef adopte le titre de Qing. Il renverse le pouvoir des Ming à Beijing en 1644. Trois empereurs ont dominé cette dynastie, Kangxi (1662-1722), Yong-zheng (1723-1735) et Qianlong (1736-1796). Ces empereurs s'entourent d'hommes de sciences et d'arts, principalement des jésuites cultivés venus de l'Occident, comme le Père Verbiest, astronome, le Père Gerbillon ou le Père Castiglione, peintres.

Le goût occidental rentre à la cour de Kien-Long qui fait édifier dans son palais d'été, le Yuanmingyuan[13], des pavillons à l'italienne, des jets d'eau et des parterres à la française. La France entretient au XVIIIe siècle des relations étroites avec la Chine par le biais des ambassades.

Le bureau impérial de peinture, créé par les empereurs Qing, répond seulement aux commandes impériales. Sous le règne Qianlong, l'influence occidentale est perceptible. Le Père

[13] Palais impérial.

Castiglione occupe un poste privilégié au bureau impérial de la peinture et devient portraitiste du souverain et de ses animaux favoris. (Voir fig.57 p.39)

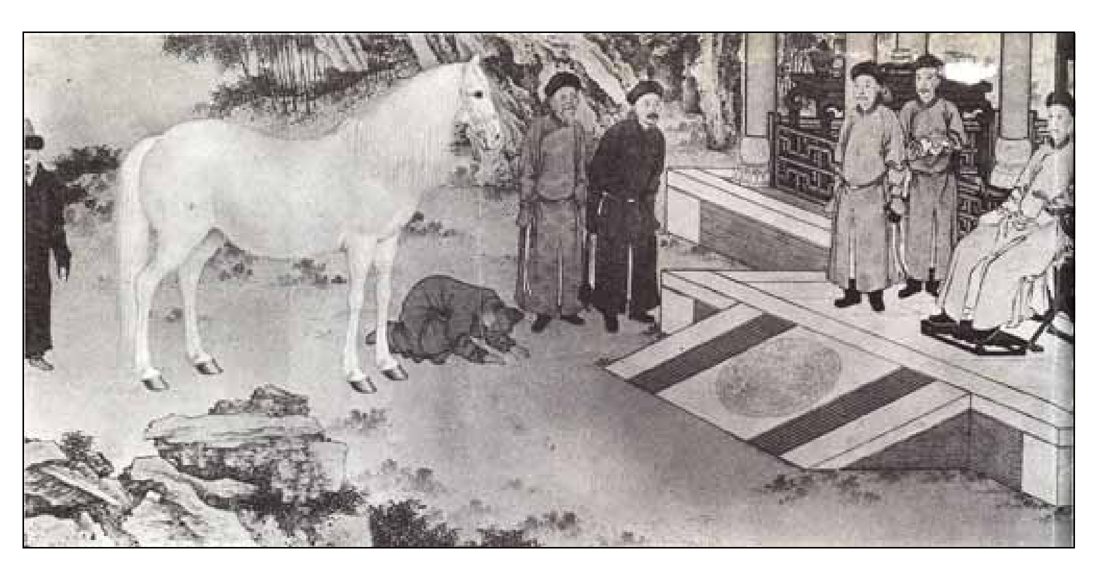


Fig.57 L'empereur Qianlong recevant les chevaux offerts en tribut par les Qazaq. Peint par le Père Castiglione, en 1757. Couleurs sur soie. Paris, musée Guimet.

De nouveaux courants picturaux se développent, dans de nombreuses provinces. A Nanjing, Wangkai réalise un manuel de principes picturaux, *Le jardin grand comme un grain de moutarde*, dont les impressions xylographiques permettront une large diffusion en Chine et au Japon. (Voir fig.58 p.39)



Fig.58 *Le Jardin grand comme un grain de moutarde*. Estampe en couleurs, XVIIème siècle, Paris, musée Guimet.

La fabrique de porcelaine de Jingdezhen (détruite pendant des guerres) est reconstruite sous le règne de Kangxi. Deux lettres rédigées par le Père d’Entrecolles en 1712 et 1722 montrent l’ampleur de la ville et de ses fours, l’organisation de la fabrique, la répartition extrême des tâches de travail et la spécialisation des artisans.

Après le règne de Kangxi, la porcelaine à décor bleu et blanc est délaissée du fait des nouveaux procédés techniques mis en œuvre pour obtenir une variété de couleurs plus grande. Cette multiplication des couleurs amènera au XVIIIème siècle les surcharges décoratives et les prouesses techniques.

Les porcelaines de la famille verte de l’époque Kangxi sont décorées d’émaux verts auxquels sont ajoutés un émail bleu sous couverte, un émail jaune et noir. Les bleus poudrés de Kangxi sont obtenus en soufflant du cobalt pulvérisé sur la pièce après avoir ménagé des réserves blanches où est peint un décor bleu ou un décor de famille verte. Les trois couleurs Ming font place à des émaux sur biscuit : jaune, vert et aubergine. Ces couleurs ne coulent pas et permettent donc de résoudre les problèmes de coulées de glaçure sans l’intervention de cloisons ou d’ajourages.

Les pièces à fond noires, famille noire, possèdent un décor généralement jaune et vert. Les historiens ne savent pas exactement si cette famille a eu lieu au XVIIIème ou au XIXème siècle.

Les porcelaines de la famille rose de la période Kien-Long associent un émail rose, introduit par l’Europe au début du XVIIIème siècle, à des couleurs de tonalité douce.

Les décors de fleurs et d’oiseaux, les scènes de bataille, d’intérieur, les épisodes de romans célèbres sont enfermés dans des cartouches ou des panneaux. Sur les porcelaines destinées à l’exportation, des scènes mythologiques, religieuses ou galantes inspirées de gravures occidentales sont réalisées en grisaille, quelquefois enrichies de rouge et d’or. La Hollande est la principale importatrice de porcelaine chinoise. La plupart des pays européens se dotèrent de leur propre Compagnie des Indes Orientales. Ils importèrent des porcelaines et des laques pour orner les palais et châteaux.

A la fin du XIXèmesiècle et au début du XXème siècle, suite à des événements politiques, la Chine assista à la disparition progressive des formes traditionnelles au profit de formes imitées de l’Occident. Les ateliers impériaux disparus, les artistes essaient de perpétuer des techniques anciennes en reproduisant les créations des siècles antérieurs.

F -La Famille Rose

Les porcelaines dites « Famille Rose » sont apparues en Chine au début du XVIIIème siècle. Ce nom désigne les porcelaines émaillées à dominante rose sous les époques Yong Tcheng, Kien Long et Tao Kouan. Cette famille succède à la famille verte, du siècle précédent. La production de la famille rose n'exclut pas les autres couleurs, mais le rose est dominant et marque une nouvelle et grande découverte de l'art de la céramique.

L'apparition de l'émail rose a démarré en Europe. Le rose était inconnu. Le pourpre de Cassius est une innovation pour les potiers chinois et européens. Il permet le changement radical des décors par rapport aux règnes précédents. Avant, pendant le règne de l'empereur Kang Hi (1662-1722), les porcelainiers employaient des oxydes de fer et de cuivre pour obtenir des tonalités écarlates ou brique. Le rose n'apparaissait pas dans la palette.



Fig.59 Assiette en coquille d'œuf.
Femme jouant avec ses enfants.
Epoque Yong Tcheng.

Les jésuites furent parmi les premiers européens à débarquer en Chine puis vinrent les Portugais. Le Père Castiglione (Milanais) arriva aux alentours de 1715 à Pékin où il rencontra l'empereur Kang Hi. Les Pères, principalement Jésuites, étaient accueillis avec une grande bienveillance parce qu'ils apportaient avec eux un grand savoir en astronomie, en physique, en médecine, en musique et en céramique.

Les périodes Yong Tcheng et Kien Long sont considérées comme l'apogée de la « famille rose ».

G – L’époque Kien Long ou Qian Long

Les caractéristiques principales de cette période sont :

- L’émail rose qui est beaucoup employé avec vigueur et en relief.
- Les formes sont fantaisistes et originales.

Fig.60 Vase de forme bouteille.
Petit chinois jouant avec un chien.
Style Kou Yue Siuan
Epoque Kien Long.

- La technique est d’une perfection totale.
- Une grande variété des formes : personnages, animaux, vases, potiches, vaisselle de table d’inspiration européenne et chinoise.



Fig.61 Vase au décor aux mille fleurs.
Epoque Kien Long.

- La continuité dans la fabrication des « coquilles d'œuf » et des « demi-coquilles d'œuf ».
- Le développement des décors dits « Compagnies des Indes », « Chine de Commande », le style « Jésuite » et « Mandarin ».
- La production artisanale qui se laisse dépasser par les méthodes de production « à la chaîne » pour satisfaire la demande accrue.
- Vers la fin du règne, c'est le début des imperfections et des fautes de goût.

L'empereur Kien Long régna pendant 60 ans de 1736 à 1795. Il abdiqua à 85 ans en faveur de son fils Kia K'ing. Pendant tout ce règne, le pays connu une grande prospérité économique, la porcelaine étant le premier produit d'exportation. La tradition chinoise voulait que les empereurs s'intéressent à la céramique. Kien Long qui était artiste et poète s'en intéressa encore plus que les autres souverains.

Entre le règne de Yong Tcheng et celui-ci, le changement de style se fit en douceur. On garda les intendants des manufactures, les hommes de valeurs, notamment T'ang Ying, qui resta en fonction à la manufacture impériale jusqu'en 1749. La fabrication des « coquilles d'œufs » et des « demi-coquille » continuèrent. La palette du rose fut employée plus largement pour la décoration.



Fig.62 Signature de la dynastie.



Fig.63 Marque sigillaire de la dynastie.

Pour faire face aux commandes croissantes des européens, le nombre de fours augmenta. La ville de King Tö tchen comptait plus de 3000 fours au temps du Père d'Entrecolles et employait plus d'un million d'ouvriers. En dehors de la manufacture impériale, des milliers de fours individuels faisaient vivre des familles entières. Les hommes pétrissaient les pâtes, tournassaient, cuisaient et décoraient les céramiques. Pour pouvoir aligner les fours sur les collines et les alimenter, les collines furent entièrement déboisées.

Pendant le règne de l’empereur Kien Long, la production fut très abondante. Tous les ans, plus d’un million de porcelaines quittaient la Chine pour l’Europe. Le pourpre de Cassius, fut employé avec abondance sur les porcelaines du marché intérieur.

A cette époque, furent fabriquées de nombreuses grandes potiches, destinées aux maisons princières. Les formes harmonieuses de ces vases couverts aux décors élégants, ont fait de ces objets un grand luxe.

Le style « mandarin » fut une innovation. Cette appellation proviendrait de décors montrant la vie quotidienne ou celles des officiels des mandarins. Ce style est caractérisé par un certain maniérisme et une grande finesse du décor, composé principalement de scènes champêtres ou familiales. Les personnages sont minutieusement peints, les visages fardés, les traits précis, la chevelure dessinée cheveu par cheveu.

Les services de tables, bols à punch, aiguières et bassins montrent des décors reconstituant la vie chinoise au XVIIIème siècle.

Les décors « mandarins » utilisent une grande gamme de couleurs mauves, verts tendres, rouille, encres de chine, de violacés et roses sur fond blanc. Les cartouches incorporent des scènes avec de nombreux personnages.



Fig.64 Théière de style mandarin. Scène galante. Epoque Kien-Long.

H – La Compagnie des Indes

La Compagnie des Indes naquit au XVème siècle alors qu’une compétition féroce opposait les principales puissances européennes dans le commerce des épices de l’Orient. En 1604, une compagnie de marchands flamands dirigée par Godefroy et Gérard Leroy obtenait une lettre patente du roi Henri IV qui leur accordait, pour une période de 12 ans, le monopole du commerce avec l’Inde au-delà du Cap de Bonne- Espérance. Toutefois, faute de moyens et d’organisation, cette première initiative se soldera par un échec et la Compagnie sera reprise sous Louis XIII, en 1615, par deux marchands de Rouen sous le nom de la « Compagnie des Moluques » dont l’existence fut également de courte durée. En 1642, à l’initiative de Richelieu, la Compagnie d’Orient, ou de Madagascar, avait vu le jour. Cependant, malgré l’intervention du duc de la Meilleraye qui en avait pris la charge en 1656, celle-ci sera ruinée après douze ans d’existence.

Ce n’est que sous le règne de Louis XIV, à partir de 1664, que la Compagnie des Indes Française (au-delà du Cap de Bonne- Espérance) connaît, sous l’impulsion de Colbert, son véritable essor. Dès 1667, ce dernier prend l’initiative de déléguer François Caron à Surate dans le dessein d’y créer un comptoir. Caron confiera par la suite à François Martin la mission de trouver un endroit propre à l’installation d’un comptoir sur la côte de Coromandel. C’est ainsi qu’après avoir fait l’acquisition d’une concession au nabab du Carnate, François Martin fonde Pondichéry en 1674 où il érigera les premières fortifications. Dans les années 1695, il réorganisera les comptoirs de Chandernagor, de Balassor et de Cassimbazar au Bengale, fondés par Duplessis en 1673. Une ère nouvelle se dessine désormais pour la Compagnie des Indes Française qui, au cours de cent vingt huit années d’existence, subira toutefois quelques métamorphoses avant sa dissolution en 1793. Les porcelaines parfaites étaient destinées à la cour, aux dignitaires fortunés, aux riches marchands. Une autre production, de moins belle qualité, fabriquée semi industriellement, était exportée à des prix moindres.

1-Le marché intérieur et d’Extrême-Orient.

Les Chinois fabriquaient, pour leur marché propre, des assiettes en forme de coupe, sans rebord ni marli, des plats, des pièces de forme, des vases, des statuettes, des animaux et dieux. Ces pièces furent, pour eux, des objets de curiosité. Des écrits de l’époque affirment que l’Empereur et sa cour se divertissaient beaucoup des porcelaines réalisées pour l’Europe.

La fabrication pour le marché d'exportation vers l'Extrême-Orient était importante. Des marchandises ont été envoyées aux Philippines et dans l'archipel indonésien. Les terres plastiques de ces contrées ne possédaient pas de feldspath* et de kaolin*. Parmi les produits de fabrication pour le marché d'Extrême-Orient, la tendance pour la polychromie rivalise avec la monochromie.

Les animaux pris comme modèle n'échappèrent point à la règle de la polychromie parfois fantaisiste. Ce fut le règne de la couleur se mariant ou se contrariant : la fantaisie des céramistes ne connaissait plus la limite sage.

2-Le marché d'exportation, l'Europe.

Le rose est souverain parmi toutes les couleurs. Qu'il soit rose tendre, rose vif ou cramoisis, rose Pompadour, il se prête à la représentation des fleurs : œillets, coquelicots, pivoines, fleurs de prunier, en relief grâce à l'épaisseur des émaux.

Les Occidentaux apprécient beaucoup ces décors riches et de grande élégance où la somptuosité des fleurs s'étale en dégradés. Au XVIIIème siècle, les Compagnies des Indes (appellation des sociétés maritimes armant des bateaux pour le commerce d'Extrême-Orient) commençaient avec la Chine. De nombreux pays faisaient d'excellentes affaires : la Hollande, le Portugal, l'Angleterre, la Suède, le Danemark, l'Espagne et la Belgique.

Dix marchands, seulement, appelés Hanistes était désignés par l'empereur afin de traiter avec les acheteurs. L'empereur Kien Long interdisait tout contact entre son peuple et les étrangers. Les marchands ne pouvaient aller sur terre et devaient rester sur leur bateau à Canton. Une fois le marché conclu, les bateaux étaient appareillés pour un long voyage du retour ; on trouvait en fond de cale, comme lest, la porcelaine dans des boîtes de bois, ensuite le thé et enfin, les soles et épices); juste avant la mousson et la saison des ouragans qui sévissent en mer de Chine. L'engouement pour la vaisselle de la famille était tellement grand, que les armateurs et négociants guettaient longtemps l'arrivée de la flotte pour pouvoir s'accaparer aussitôt la marchandise.

L'Europe se laissa envahir par cette marchandise d'exception. Le génie chinois subissait sans dommage l'influence européenne. Les Compagnies demandaient des décors fleuris, des scènes « à la jeune femme » et des sujets animaliers. Les scènes aux dragons et aux chauves souris n'étaient pas très appréciées. Au contraire, des scènes « au coq », « au faisan », « au canard », « à la feuille de tabac », « à la feuille de chou », « au parchemin », toutes parsemées de pivoines épanouies en rose, étaient très appréciées.

La qualité de la production se détériore lorsque les Compagnies envoyèrent leurs propres potiers, pour qu'ils copient des sujets purement européens. (Voir fig.65 p.47) : Les pâtes présentèrent des points noirs, des impuretés diverses ; les émaux devinrent plus ternes, opaques même.

L'Europe ayant découvert le kaolin, les manufactures européennes commencèrent à fabriquer des porcelaines. Seul les Amériques trouvaient encore un intérêt à la porcelaine chinoise. Cette décadence ne veut pas dire que la compagnie des Indes s'arrêta, mais elle diminua fortement.



Fig.65 Plat d'influence européenne.
Décor aux patineurs, d'après Brauwer Adrien.
Epoque Kien Long.

Le style « Famille Rose » est une création typiquement chinoise. L'apport occidental y apparaît cependant dans la Chine par la « compagnie La fantaisie et l'originalité des Indes », où sont incorporés des décors européens.

3- La porcelaine d'exportation.

Les porcelaines d'exportation ne présentent pas de marque permettant de les dater. Notre objet n'a donc pas de signature.

La porcelaine de la Compagnie des Indes est d'une qualité assez médiocre dans les objets courants, tant pour le corps et la couverte que pour les émaux. La couverte gris-bleu est souvent soufflée ou granuleuse, semée de tâches punctiformes dues à la cuisson, le dessin lâche ou mécanique. Les émaux, dès Kien-Long, deviennent opaques. Ce sont les émaux européens avec leurs roses et leurs rouges boueux qui ont remplacé les roses doux et délicats, les rouges rubis francs de la période précédente[14]. Les verts sont « visqueux et maladifs », « les jaunes moutarde opaque ».

[14] La période précédente est Yong Tcheng (1723-1735).

II- RESTAURATION

Avant d’effectuer le nettoyage, on réalise une étude attentive de l’objet. C’est le constat d’état. Cela permet d’examiner minutieusement son état de conservation, de se documenter et, de le photographier sous toutes les coutures et d’établir le travail à effectuer sur l’œuvre.

Le restaurateur se doit de réaliser le minimum d’intervention sur l’objet, en utilisant des produits réversibles tout en privilégiant la conservation à la restauration.

La conservation a pour but de prolonger la durée de vie d’un objet en limitant ou en ralentissant les facteurs de dégradations.

La restauration concerne les interventions permettant l’amélioration l’aspect d’un objet afin de lui rendre une meilleure visibilité. Ce professionnel doit respecter le code de déontologie. Il lui impose d’utiliser des produits les plus réversibles. Ce choix est difficile dans certains cas et le restaurateur, pour une meilleure conservation, enfreint cette règle principale.

Pour transmettre ce patrimoine, on créa en 1748 le métier de raccommodeur de céramiques. Cet artisan remontait des objets en céramique à l’aide de colle (généralement), puis consolidait l’objet à l’aide d’agrafes. Cette méthode est destructrice pour les pièces. Lorsque le raccommodeur plaçait les agrafes, il perforait préalablement la pâte. Cette technique est donc irréversible. Au XXème siècle, un code déontologique fut créé pour « réglementer » ce métier : il permet le respect de l’objet et la réversibilité de la restauration. La restauration aux agrafes, ne correspondant donc plus à cette déontologie, fut abandonnée peu à peu. D’autres méthodes furent ainsi utilisées, respectant le code déontologique.

A – Description de l’état de conservation.

Les pièces en céramique peuvent présenter de nombreux défauts qui apparaissent lors de la fabrication, de la cuisson ou après lors de la manipulation.

Il existe deux types de défauts : Les défauts de surface (qui ne traversent pas l’épaisseur de la pâte) et les défauts de profondeur (qui traversent entièrement la pâte).

Sur notre bol, il existe des défauts de surfaces (colle, crasse, ébréchure, manipulations, …) et des défauts de profondeur (cassures, fêles, manques,…).

1-état de surface :

• Colle :

La pièce a été recollée avec une colle qui a jauni en vieillissant. A certains endroits, elle a coulé.

• Crasse :

Sur toute la surface de la panse extérieure, on trouve des tâches marron. On suppose qu'elles sont dues à une substance collée sur les doigts lors d'anciennes manipulations. Si c'était de la poussière, elle serait plus prononcée à ces endroits. (Voir fig.66 p.51)



Fig.66 Crasse de surface.

• Ébréchure :

Sur le bord extérieur de la lèvre, quelques éclats d'émail sont présents. (Voir fig.67 p.51)

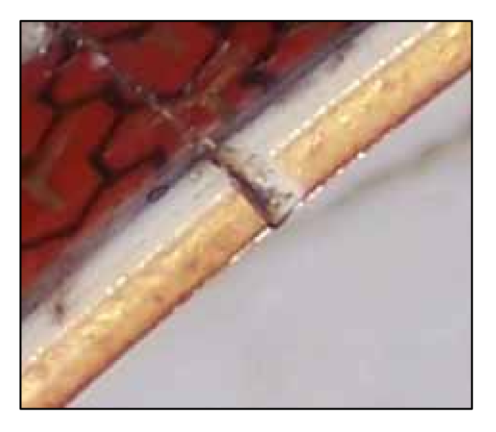


Fig.67 Ebréchure sur la lèvre.

• Manipulations :

Lors des manipulations avant la cuisson, l'objet a subi plusieurs rayures, ce qui a enlevé partiellement, à certains endroits le décor. On peut affirmer que ce défaut est apparu avant la cuisson parce que l'émail est brillant. Lorsque de la couleur céramique s'enlève après la cuisson, l'émail est retiré. (Voir fig.68 & 69 p.52)



Fig.68 Eraflures sur la panse.



Fig.69 Rayures sur l’extérieur.

• Manque :

Un manque de taille moyenne se situe sur la paroi extérieure du pied. (Voir fig.70 p.52)



Fig.70 Manque.

• Poussières :

La pièce est recouverte d’une pellicule de résidu sur toute la surface. Ces débris sont beaucoup plus prononcés dans les cassures.

• Tressaillage :

Les couleurs vertes et bleues ont été posées en surépaisseur pour donner du volume, ce qui a provoqué un tressaillage. C’est un réseau de fentes dans la glaçure qui se produit lorsque le coefficient de dilatation de l’émail et de la pâte n’est pas le même. (Voir fig.71 p.53)

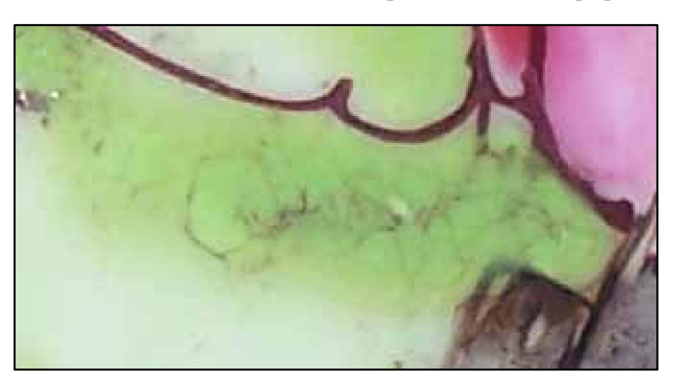
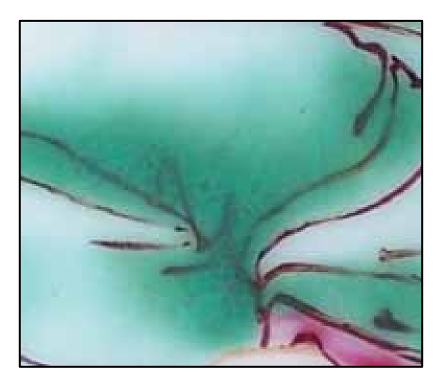



Fig.71 Tressaillage.

• Trou d'épingle :

C'est un minuscule trou isolé à la surface de l'émail. Il apparaît souvent comme un petit point sombre au fond d'un cratère.

• Usure :

Suite à de nombreuses manipulations, le filet d'or est usé en grande partie. (Voir fig.72 p.53)



Fig.72 Filet partiellement usé sur le bord extérieur.

2-état en profondeur :

• Cassures :

Le bol est cassé en neuf morceaux de tailles différentes. (Voir figs.73 & 74 p.53)



Fig.73 Cassures à l'intérieur du bol.



Fig.74 Cassures sur le pied.

• Fêles :

Quatre fêles sont présentes sur la panse du bol. Deux sont de petites tailles et deux autres de taille moyenne. (Voir fig.75 p.54)

Le fêle est une ouverture plus ou moins longue et étroite dans l'épaisseur de la pâte. Il part généralement du bord de la pièce.



Fig.75 Fêles

• Manques :

Un petit morceau de porcelaine est manquant sur la panse. (Voir fig.76 p.54)



Fig.76 Manque.

B - Les étapes de restauration.

1- La dé-restauration

La dé-restauration de l'objet consiste à séparer les morceaux et à enlever toutes traces d'anciennes restaurations. Le bol à punch est cassé en 9 morceaux et a été recollé avec une colle qui a jauni : ce qui constitue alors un élément inesthétique pour l'objet.

On note aussi la présence de poussières. Elles sont inoffensives mais la composition de fragments de peaux, de graisses, de fibres peut se fixer sur l'objet et s'incruster dans les cassures. Même si ces poussières ne sont présentes que sur une couche superficielle, il est important de les retirer parce que c'est un élément hygroscopique*. Elles maintiennent l'humidité qui à son tour attire les micro-organismes.

Une dé-restauration et un nettoyage sont nécessaires afin de rendre la lisibilité de l'œuvre, pour sa bonne conservation, ainsi que pour préparer sa future restauration.

La dé-restauration a pour but d'éliminer tous les facteurs pouvant porter atteinte, modifier la structure, l'aspect ou les propriétés intrinsèques de l'objet. Il s'agit donc d'enlever les salissures entre les tranches, les anciennes colles, les anciennes restaurations comme les agrafes (elles agressent le tesson) ou bien de retirer des repeints au moment du nettoyage. Il faut savoir que cette étape est irréversible.

a) Choix du produit.

Les paramètres à prendre en compte pour le choix d'un solvant sont :

- la nature du produit à enlever
- sa viscosité*
- sa tension superficielle*
- sa vitesse d'évaporation*
- sa capacité de migration*
- sa capacité de dissolution*
- l'état de surface du matériau
- la porosité* du matériau
- sa toxicité*

• Acétone :

L'acétone est un solvant organique* et polaire sans liaison hydrogène. Par contre, le groupe carboxyle (C=C) est polarisé et est capteur d'hydrogène. C'est un liquide incolore, très volatil et inflammable de formule chimique CH3COCH3. Il est obtenu par l'oxydation* du propène*. L'acétone est miscible dans l'eau et dans un grand nombre de solvants organiques* (ester, éthanol,…).

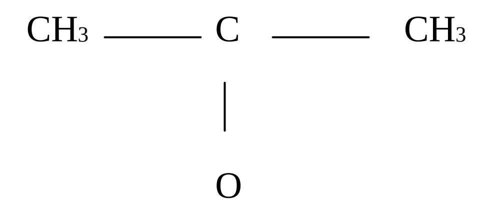


Fig.77 Formule semi-développée de l'acétone.

Cette molécule est composée d’une fonction cétone (R-C=O) et de deux fonctions méthyle (CH3). Il peut dissoudre les colles cellulosiques*, certaines résines synthétiques*, les colles vinyliques* et les glycérophtaliques*, les résines naturelles*, et les graisses.

b) Choix d’une méthode.

On choisit de démonter notre pièce en la plaçant dans un bain d’eau chaude. Cette opération est la moins agressive pour l’objet. En fonction de la colle présente et de la température de l’eau, cette opération est plus ou moins longue.

Si cette intervention n’a aucun résultat satisfaisant, on utilisera le décapeur thermique. Cette étape sera délicate, parce que l’objet contient plusieurs fêles et qu’il faudra veiller à ce qu’ils ne se prolongent pas. De plus, il faudra faire attention à ce que les morceaux qui se décollent ne tombent pas de très haut : il faut prévoir un torchon pour amortir la chute.

c) Mise en œuvre

Avant de poser le bol dans la bassine, on a nettoyé cette dernière pour retirer tous les éventuels dépôts et salissures. Puis, on a déposé l’objet au fond du récipient. De l’eau est introduite doucement dans la bassine à l’aide d’un pommeau de douche. (Voir fig.78 p.56) Le fait d’utiliser cet outil permet d’introduire doucement l’eau : ainsi la pièce s’adapte lentement à la chaleur thermique. Il faut faire attention à ne pas prolonger les fêles existants voire même de créer un nouveau morceau. De l’eau chaude est introduite toute les demi-heures pour éviter que l’eau ne refroidisse.



Fig.78 Introduction d’eau chaude.

Au bout d'une heure dans l'eau, 5 morceaux se sont décollés. Le reste de la pièce est resté pendant 8 heures dans l'eau chaude. Les quatre autres morceaux restants ne se sont pas décollés.

Ensuite, on a donc dû utiliser un décapeur thermique le long des cassures. (Voir fig.79 p.57). Cette technique permet de ramollir les colles et donc de séparer les morceaux. La pièce a été placée dans de l'eau bouillante pour que la pâte s'adapte à la chaleur qu'elle va subir. La buse du décapeur est mise en route au minimum et est orientée perpendiculairement à la cassure. La chaleur rentre directement dans la cassure. La chaleur ainsi que la vitesse de soufflage est augmentée progressivement pour éviter qu'un morceau ne se décolle et tombe par terre. On s'est placé au dessus d'un évier où un bac pouvant ralentir la chute éventuelle. Régulièrement, une pression est exercée par les mains pour essayer de défaire les morceaux. Tous les morceaux se sont désolidarisés sauf un. Suite à un début de carbonisation de la colle, on a décidé d'arrêter cette agression.



Fig.79 Décapeur thermique.

Au vu de la récalcitrance de la colle, on a décidé de plonger le bol à punch* dans un bain d'acétone pendant toute une journée : aucun morceau ne s'est décollé. (Voir fig.80 p.57)



Fig. 80 Bain d'acétone.

Pour décoller les 2 morceaux récalcitrants, on a donc choisi de plonger l’objet dans un grand récipient dans lequel l’on a versé de l’eau froide. (Voir fig.81 p.58) Le tout est mis à bouillir sur une plaque électrique. Au bout de 3 heures, tous les morceaux se sont décollés. On a laissé refroidir l’eau afin de pouvoir sortir les tessons sans créer de choc thermiques.



Fig.81 Bain d’eau bouillante.





Fig.82 Morceaux après décollage.

2- Le nettoyage.

Maintenant que les morceaux sont désolidarisés, on va pouvoir nettoyer les tessons un a un. On nettoie un objet pour éliminer la saleté de la surface, les taches, les incrustations, les vernis, repeints, colles vieillies, les sels, la corrosion, mais surtout pour rendre la stabilité chimique de l’objet. Le nettoyage requiert l’utilisation des produits chimiques en commençant par les plus faible, ce qui demande une grande vigilance lors de leur utilisation.

Le nettoyage est une étape irréversible. Il entraîne toujours une perte de matière même minime. En général, on enlève quelques particules de pâtes. Pour minimiser cette action irréversible, il faut choisir une méthode adaptée. Avant tout, il faut évaluer les conséquences et les risques de ce choix pour l’objet.

a) Choix du produit.

Les paramètres à prendre en compte pour le choix d’un solvant sont :

- La nature du produit à enlever.

- Les propriétés spécifiques du solvant donné (viscosité, tension superficielle, vitesse d’évaporation).
- Les caractères du matériau à traiter (état de surface, porosité du milieu, d’où la pénétration et la rétention des solvants).
- La toxicité (danger d’utilisation pour l’homme).

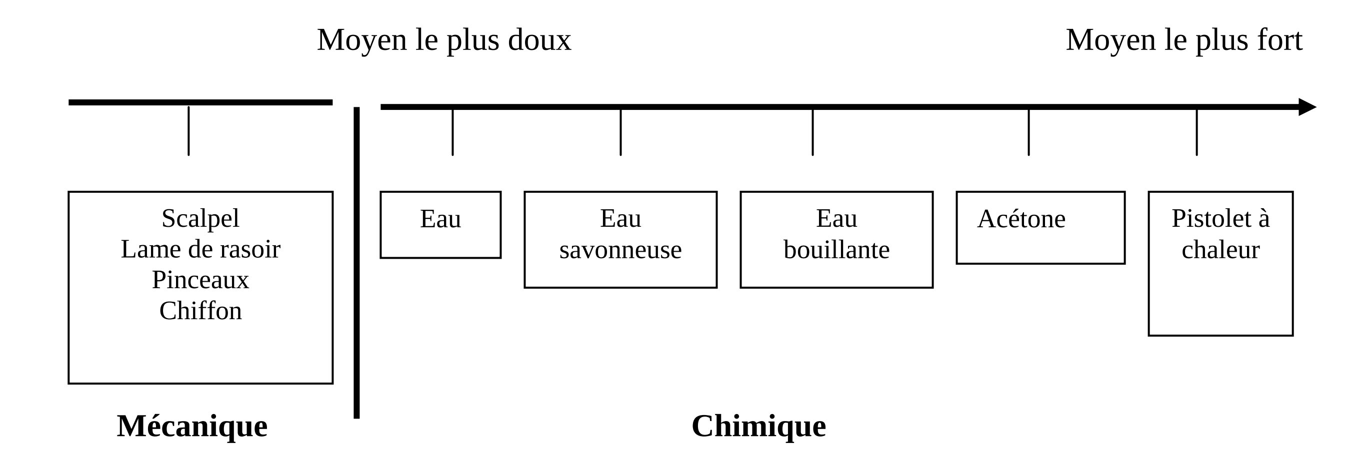


Fig.83 Echelle de puissance des méthodes de nettoyage.

Les moyens mécaniques permettent d’éliminer à la main avec un outil des substrats. Ils peuvent être couplés avec des moyens chimiques.

Les moyens chimiques, comme l’eau et les produits chimiques, aident aux différentes altérations de ramollissement ou de décollement sous l’action du produit. Le moyen le moins agressif est l’eau, puis, l’eau savonneuse, l’eau bouillante, l’acétone et enfin le pistolet à chaleur. Bien sûr cela peut différer suivant le type de céramique. Par exemple si la céramique craint l’eau, pour ce cas particulier l’eau pourra alors être le moyen le plus fort.

• L’eau :

L’eau dissout les composés ioniques* parce qu’elle neutralise les forces d’attraction de l’eau.

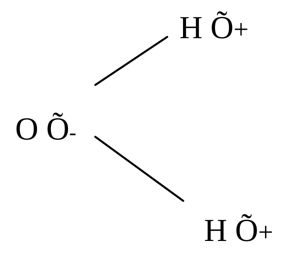


Fig.84 Molécule de l’eau (H_2O).

L’action de l’eau* permet de dissoudre quelques composés utilisés en restauration comme les sédiments, la crasse superficielle, mais aussi certaines substances polaires comme la colle vinylique et organique. Les collages anciens à la gomme laque gonflent à l’eau chaude et peuvent s’enlever au scalpel. Les cyanoacrylates sont dissoutes dans l’eau chaude parce que leur polymérisation* est partielle.

Les composés ioniques chargés négativement sont attirés par les molécules d’hydrogène chargées positivement. Les composés ioniques chargés positivement sont attirés par les molécules d’oxygène chargées négativement.

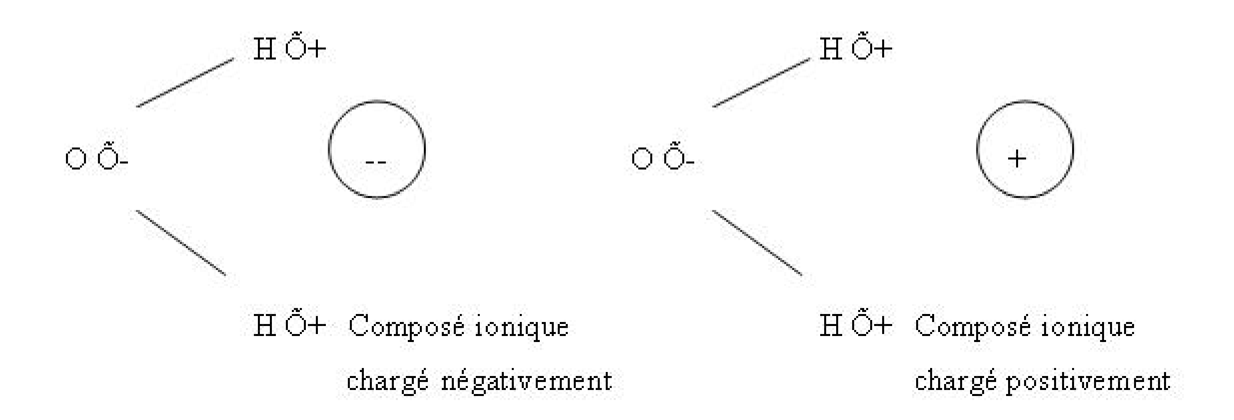


Fig.85 Schéma de l’action de dissolution
d’une molécule d’eau sur un composé ionique.

• L’eau savonneuse :

L’eau* est mélangée avec un savon liquide, le décon 90 à 5%. Il permet d’enlever les molécules de graisses qui sont hydrophobes*. Les molécules de graisses étant hydrophobes*, le décon sert de liant entre les graisses et l’eau permettant ainsi d’obtenir une surface de tesson propre. Le décon est une émulsion* complexe d’agents tensioactifs* anioniques* et non ioniques*, d’agents stabilisants, d’alcalis* et d’agents séquestrant, dans une base aqueuse, produisant un concentré alcalin (pH 13+).

Le savon est du polymère* complexe qui regroupe un glycérol* et des chaînes d’acides gras.

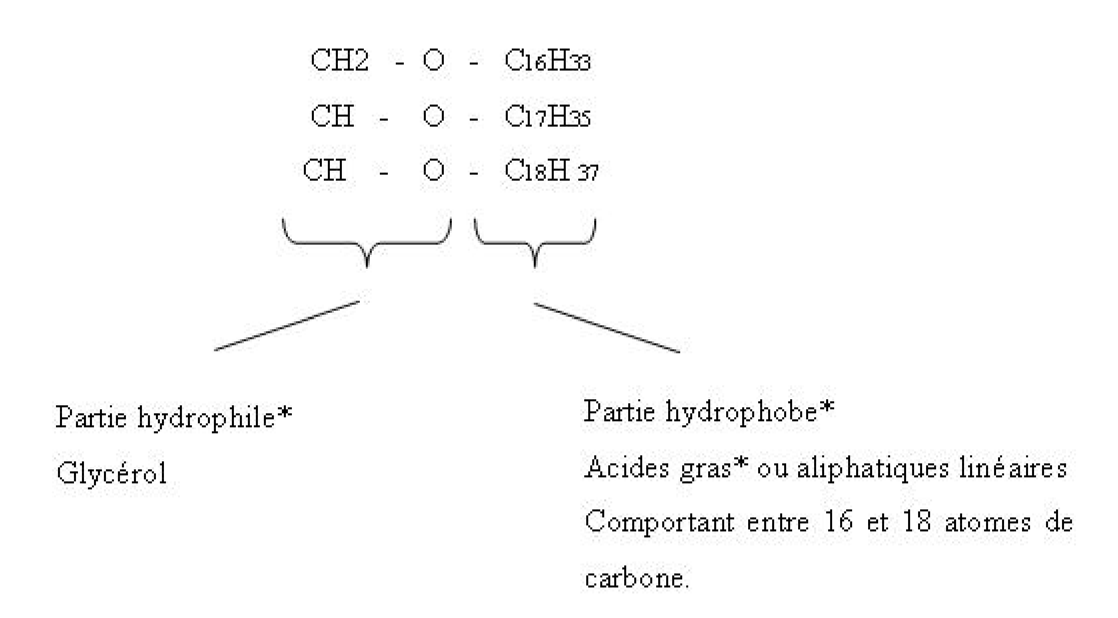


Fig.86 Formule chimique d'une molécule de savon.

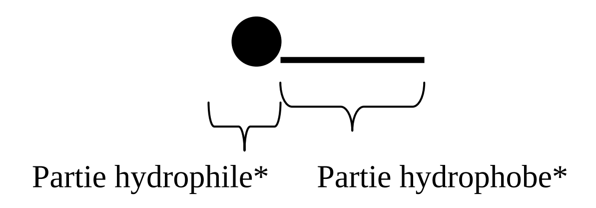


Fig.87 Représentation schématique d'une molécule de savon.

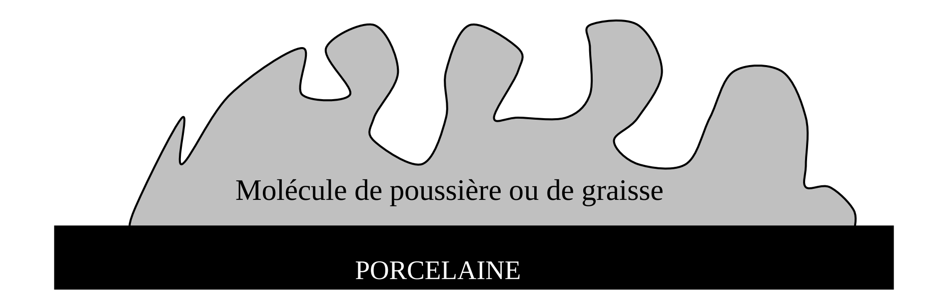


Fig. 88 Schéma d'une poussière adhérant à la porcelaine avant l'utilisation d'un savon.

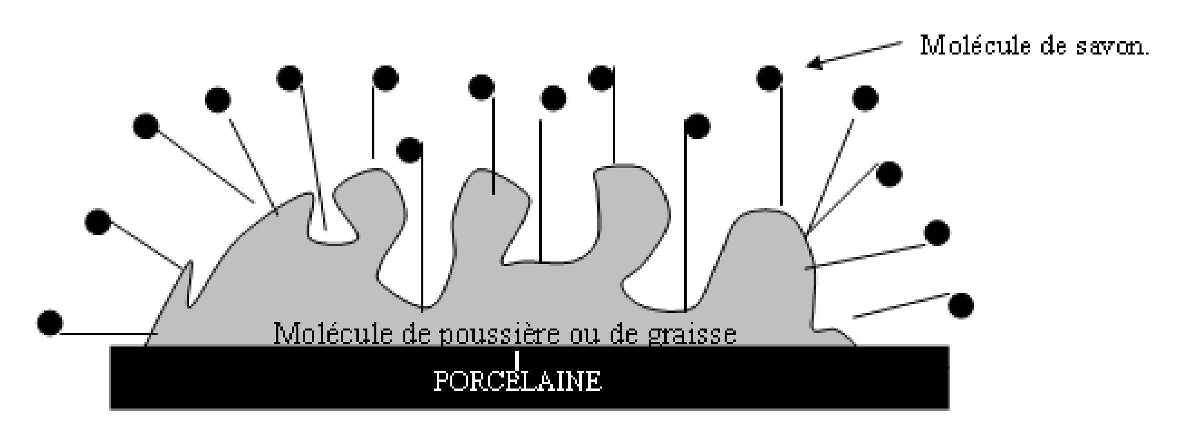


Fig.89 Schéma représentant les acides
gras du savon se liant avec les graisses.

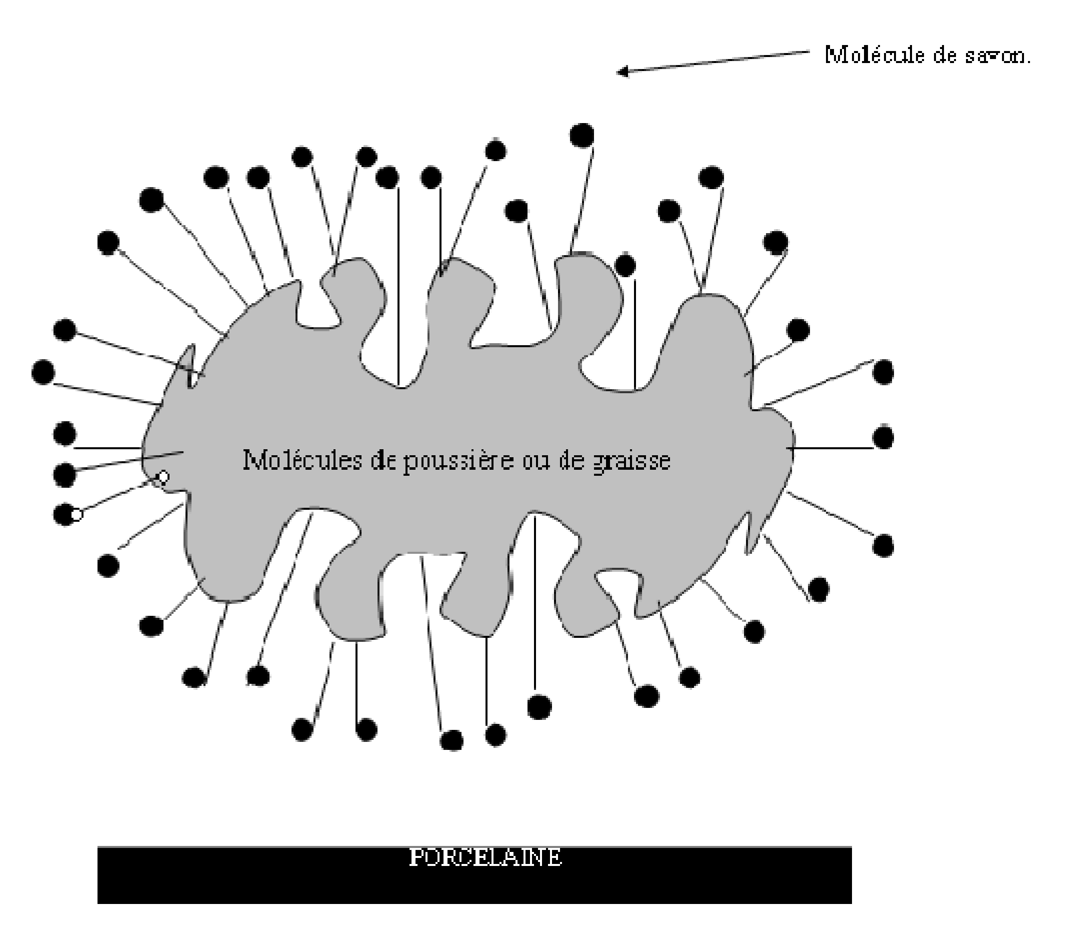


Fig.90 Schéma de l'élimination de la poussière
par l'action des molécules d'eau.

La partie hydrophile* des molécules de savon va se lier avec les molécules d'eau et ainsi permettre le nettoyage de la poussière. Les poussières qui s'étaient collées à la surface du vase vont pouvoir être éliminées sans difficulté avec une brosse à dent.

• L’acétone :

L’acétone est un solvant organique* et polaire sans liaison hydrogène. Par contre, le groupe carboxyle (C=C) est polarisé et est capteur d’hydrogène : c’est un liquide incolore, très volatil et inflammable de formule chimique CH_3COCH_3. Il est obtenu par l’oxydation* du propène*. L’acétone est miscible dans l’eau et dans un grand nombre de solvants organiques* (ester, éthanol,…).

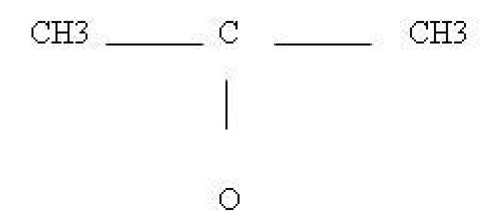


Fig.91 Formule semi-dévelloppée de l’acétone.

Cette molécule est composée d’une fonction cétone (R-C=O) et de deux fonctions méthyle (CH3). Il peut dissoudre les colles cellulosiques*, certaines résines synthétiques*, surtout les colles vinyliques* et les glycérophtaliques*, résines naturelles*, et les graisses.

b) Choix d’une méthode.

Pour nettoyer les tessons, on a choisi de tremper les tessons dans de l’eau chaude mélangée avec 5% de décon 90. Cette action sera couplée à l’utilisation d’une brosse à dent.
Elle permettra d’éliminer les poussières. On suppose que les colles ne se désolidariseront pas simplement avec l’eau chaude. Le scalpel sera utile pour gratter les restes de colles.

Si après toutes ces étapes, les colles sont toujours présentes, les tessons seront trempés dans un bain d’acétone. Puis les tranches seront de nouveau nettoyées avec la brosse à dent.

A chaque étape intermédiaire, les tessons seront rincés à l’eau, puis mis à sécher à l’air libre.

c) Mise en œuvre.

Dans une bassine propre, de l’eau froide est additionnée avec 5% de décon 90. Tous les morceaux de porcelaine y sont plongés. Ils ont étés nettoyés un par un à l’aide d’une brosse à dents. L’utilisation de ce moyen mécanique permet l’amélioration de l’action du détergeant. D’abord les parois, puis les tranches ont été nettoyées. Le reste de colle ainsi que diverses poussières se sont décollés. (Voir figs.92 & 93 p.64)



Fig.92 Nettoyage des tessons.



Fig.93 Tranche de tesson nettoyée.

L’ensemble des tessons a été rincé à l’eau courante pendant plusieurs minutes : cela permet d’éliminer tout reste de décon 90 sur la porcelaine. Puis on a essuyé avec un chiffon non pelucheux, tous les morceaux de porcelaine, pour éviter les traces laissées par l’eau en séchant. Avec une loupe, on a vérifié la propreté des tranches. Il ne restait aucun résidu de l’ancien adhésif.

Cette étape est très importante puisqu’elle permet un meilleur positionnement des tessons. Le recollage des morceaux est lié à leur bon positionnement. S’il restait de la colle sur les tranches, le collage serait mauvais. Les tessons sont mis à sécher à l’air libre, sur un chiffon, pendant une semaine. Cela permet à l’eau de s’évaporer totalement de la pièce.

Le nettoyage n’a pas permis de nettoyer les fêles. Pour y remédier, un coton imbibé d’eau oxygénée avec quelques gouttes d’ammoniac a été posé sur chacun des fêles. (Voir fig.94 p.64) Ce sont tous les deux des agents de blanchiment qui vont agir conjointement sur les saletés incrustées. Ces produits ne nettoient pas les fêles, ils blanchissent les impuretés qui se sont incrustées. Cette opération a duré pendant 2 heures environ. Les tessons sont ensuite rincés à l’eau courante pendant plusieurs minutes pour éliminer tout les produit. Ils sont essuyés avec un chiffon non pelucheux puis mis à sécher dans un endroit ventilé.



Fig.94 Nettoyage des fêles.

L’utilisateur doit respecter les mesures de sécurité précises. Il doit porter des gants et manipuler les cotons à l’aide de pinces pour éviter des brûlures causées par l’eau oxygénée sur la peau. De plus, au cours de cette opération, il faut rester vigilant parce que si le dosage a été mal proportionné, cela peut provoquer la formation d’une fumée opaque, puis s’enflammer. Cette réaction est à éviter, il faut donc ôter les cotons à temps. Tous les cotons imbibés du mélange sont immergés dans de l’eau froide, puis rincés à grande eau pour neutraliser les produits chimiques. Une bassine d’eau froide est mise à côté pour réagir rapidement et assurer la sécurité.

3- Collage.

Le collage consiste à remonter l’objet tout en collant les tessons les uns aux autres. Une fois bien ajustés, les différents morceaux sont maintenus par du scotch pour éviter qu’ils ne bougent. Le scotch est posé perpendiculairement à la cassure pour une meilleure tension.

a) Choix du produit.

Avant d'entreprendre le collage des différents morceaux de porcelaines, il faut choisir l'adhésif adéquat. Le choix de l'adhésif se fait en fonction des caractéristiques de la pâte céramique de l'objet :

- Dureté de la pâte ainsi que sa porosité.
- Son poids et sa taille.
- L'épaisseur de ses parois.
- Le type de cassure.
- Sa conservation ultérieure.

L'adhésif doit avoir :

- Une bonne cohésion.
- Une stabilité maximale.
- Un pouvoir d'adhésion.
- Une viscosité et une tension superficielle faible pour un meilleur mouillage et une bonne pénétration dans les irrégularités.
- Un retrait limité pour réduire les tensions au sein du collage.

La porcelaine est une pâte dure avec une densité élevée (> à 2,3), cuite à plus de 1 200°C. Grâce à sa cuisson à 1 400°C, la pâte se vitrifie ce qui fait qu'elle a une porosité fermée. Les liquides ne migrent pas à l'intérieur de la pâte. Les produits chimiques forts n'entraîneront aucune modification de la structure de la pâte et on peut donc utiliser une colle liquide. Cependant, en ce qui concerne ce bol, son poids, sa taille et sa forme ouverte sont à prendre en compte. Les cassures sont franches et nettes accompagnées de 4 fêles.

Cet objet appartient à un antiquaire qui souhaitera le revendre. Il est possible qu'il soit manipulé fréquemment et l'adhésif devra répondre à des conditions de conservation (humidité relative*, variations de température) assez larges et avoir une bonne stabilité dans le milieu de conservation.

De plus, il faut que l'adhésif colle l'ensemble des tessons de façon durable et renforce les fêles. Il faut donc que la colle soit :

- Incolore parce que certains tessons sont jointifs.
- Stable et inerte chimiquement, résistant aux attaques microbiologiques et radiations ultraviolets.

- D'une forte dureté équivalente à celle de la porcelaine.
- D'un faible retrait pour limiter les tensions internes.
- D'une faible viscosité, permettant la consolidation des fêles.
- D'une réversibilité pour remplacer la colle si nécessaire sans abîmer la pâte.

D'après tous ces critères, les colles époxydiques sont les plus appropriées malgré leur réversibilité contestée.

• Les colles époxydiques.

Les colles époxydiques sont des colles à 2 composants : résine et durcisseur. La résine est une matière chimique sous forme liquide. C'est un composé dit époxydique, tandis que le durcisseur est un composé polyamine*.
Pour que la réaction de polyaddition* ait lieu à température ambiante, le durcisseur est additionné d'un catalyseur*. Il se forme alors un réseau macromoléculaire tridimensionnel*.

Les propriétés des colles époxydiques sont :

- Des produits de départ liquide.
- Le mélange résine durcisseur réagit à température ambiante pour donner un polymère*.
- Leur très grand pouvoir d'adhérence avec la plupart des matériaux.
- Leur haute stabilité chimique et leur grande résistance au vieillissement.
- Le mélange résine durcisseur ne corrode pas les autres matériaux.
- Un rétrécissement négligeable lors du séchage.
- Incolore.
- Transparente.
- Indice de réfraction* proche de celui du verre (surtout la 2020).
- Faible retrait.
- Presque inodore, ne contient pas de solvant.
- Compatible avec tous les mastics organiques et minéraux.
- Viscosité fluide.
- La dureté.
- La flexibilité.
- La résistance à la chaleur.
- La vitesse de réaction

Les désavantages des colles époxydiques sont :

- La proportion entre les deux composants, la résine (composant A) et le durcisseur (composant B), est très déterminée et permet peu de tolérance.
- Ne colle pas bien sur fonds humides.
- Certaines personnes peuvent y être allergiques.
- Irréversible.
- Le jaunissement au vieillissement.

L’ »Araldite 2020 » est une colle époxydique ayant le plus de caractéristiques. C’est pour cela que l’on a choisit cet adhésif.

• L’araldite 2020.

L’araldite 2020 est un adhésif époxydique, bi-composant, à basse viscosité durcissant à température ambiante, particulièrement adapté au collage du verre. Il est adapté pour coller les métaux, céramiques, verres, caoutchoucs et plastiques. Ses propriétés essentielles sont sa transparence à base viscosité, son indice de réfraction* proche de celui du verre, spécialement adapté pour le collage du verre et céramiques et convient aux matériaux transparents. La couleur du mélange (résine-durcisseur) est transparente. Sa densité est d’environ 1,1 tandis que sa viscosité est d’environ 150. Son temps d’utilisation à 25°C est d‘environ 40 à 50 minutes. Son indice de réfraction* est de 1,553.

b) Choix d’une méthode.

Pour coller des tessons ensembles, il existe 2 techniques :

- Avec un morceau de bois (type cure-dent) : la colle est posée sur toute la tranche du tesson. Ensuite, les deux tessons sont assemblés puis maintenus par du scotch posé perpendiculairement à la cassure.
- Par infiltration : l’objet est préalablement remonté avec du scotch. La colle est posée sur les fractures. Elle s’infiltre doucement entre les tranches.

La méthode la mieux adaptée pour notre objet est l’infiltration. Elle a l’avantage de limiter les ressauts.

c) Mise en œuvre.

On a choisi l'araldite 2020 pour pouvoir infiltrer la colle. Il faut donc remonter le bol à punch*. L'objet a été remonté avec du scotch de papeterie. (Voir fig.95 p.69) Il colle beaucoup plus fort que le scotch « Tesa ». L'inconvénient de ce scotch est qu'il laisse des traces de colle une fois retiré. Il faut donc prévoir un nettoyage plus minutieux. Le remontage doit être excellent. L'objet ne sera pas démonté puisque l'on va infiltrer la colle. Il ne faut donc aucun ressaut.



Fig.95 Collage en cours.

On prépare l'adhésif 2020. On mélange 1/3 de résine (composant A) pour 2/3 de durcisseur (composant B) dans un petit pot de pellicule photo. Chaque composant est extrait avec une pissette[15] en plastique, exclusivement réservée à cet effet. Cela permet d'éviter de lancer le procédé de réticulation* dans la pissette, mais aussi dans un des pots des composants.

La colle est infiltrée sur les cassures et les fêles petit à petit du fait de sa forme. On a d'abord infiltrée l'adhésif sur la base à l'extérieur. La colle rentre dans la cassure pour en ressortir de l'autre côté. (Voir fig.96 p.69) La colle n'est pas tout de suite nettoyée pour savoir où l'on a déjà placée la colle. Une fois la colle posée sous le pied et sèche, la colle est posée sur une autre cassure. Ce mouvement est répété jusqu'à effectuer le tour du bol. Enfin, la colle a été infiltrée à l'intérieur du bol. De cette manière on s'assure que l'adhésif est placé tout le long de la paroi. Une fois la réticulation* effectuée, les morceaux de scotch ont été retirés. De l'araldite 2020 a donc été infiltré à cet endroit. Toutes les infiltrations réalisées et l'adhésif séché, la colle a été nettoyée, tout d'abord de manière mécanique avec un scalpel, puis avec un sopalin imbibé d'acétone.

[15] Une pissette est une bouteille où l'on donne par pression quand la quantité de liquide à sortir.



Fig.96 Infiltration de la colle.

Ensuite, on nettoie bien le surplus de colle avec un sopalin, de l’acétone et un scalpel. Il faut vérifier si la colle s’est infiltrée partout. On tapote du doigt toute la paroi du bol, le long des cassures. Les parties non infiltrées sonnent différemment. (Voir figs.97 & 98 p.70)



Fig.97 Après collage.



Fig.98 Après collage.

4- Bouchage.

Le bouchage consiste à refaire les parties manquantes qui peuvent être plus ou moins importantes. Il sera le support de la retouche.

1) Choix du produit.

Le matériau de comblement doit :

- Avoir une réversibilité facile.
- Démontrer une stabilité chimique et physique dans le temps par rapport à son environnement de conservation.
- Présenter une sécurité d’utilisation pour le restaurateur.
- Posséder une adhésion adaptée à la porcelaine.
- Avoir une température de transition vitreuse élevée pour pouvoir supporter de hautes températures.
- Offrir un coefficient de dilatation proche de la porcelaine pour limiter les tensions en cas de chocs physiques.

Le comblement des lacunes a pour but :

- De maintenir des tessons dont on connaît le positionnement mais qui présentent peu ou pas de zone de contact avec les tessons voisins. Cela permet de replacer les tessons isolés au sein de l’ensemble.
- De servir à consolider l’ensemble d’un objet fragilisé par son état lacunaire en apportant un soutien mécanique.
- D’améliorer la lecture de la forme d’un objet lacunaire, afin de faciliter sa compréhension.
- De rendre l’esthétique de l’objet.

Pour cette réintégration, il existe deux produits : le plâtre et le mastic polyester. C’est les plus courant mais il en existe beaucoup d’autres.

• Le plâtre.

C’est une poudre blanche plus ou moins fine et pure. Le plâtre est produit par calcination du sulfate de calcium, gypse ou albâtre. Il a l’avantage d’être peu onéreux et sa mise en œuvre

est simple et sans danger. Il sèche rapidement et est facile à travailler avec une bonne réversibilité. Toutefois, il a l’inconvénient que sa dureté dépend de son ajout d’eau.

C’est du gypse provenant de l’évaporation intense d’une eau riche en sulfate de calcium dissout. L’avantage du plâtre est sa facilité de ponçage, sa réversibilité à l’eau, sa tendresse. Ses inconvénients sont sa fragilité (friable), sa sensibilité à l’humidité, sa difficulté à être lisse et son retrait au séchage.

• Le mastic polyester.

Le mastic polyester est une résine obtenue par polycondensation* d’un dialcool. Ses avantages sont sa dureté, sa résistance, son ponçage lisse et sa bonne adhésion. Il a l’inconvénient d’être toxique et que sa dureté soit influencée par la quantité de catalyseur*.il est réversible à l’eau, l’acétone, le décapant et l’alcool.

Le plâtre n’étant pas assez solide mais sensible à l’humidité et ne connaissant pas les conditions de conservation, il est préférable de choisir le mastic polyester. De plus, une retouche illusionniste est difficilement possible sur du plâtre, surtout pour reproduire la porcelaine.

2) Mise en œuvre.

Sur un carreau de faïence, on mélange la résine avec 5% de durcisseur à l’aide d’une spatule italienne. Le mélange est ensuite appliqué sur l’objet à l’aide de la spatule de manière rapide et localisé sur les cassures. Il est préférable de le poser perpendiculairement à la cassure et de lui donner la forme générale de la lacune en surépaisseur. (Voir fig.100 p.72) Il faut faire attention lors de l’application pour éviter la création de bulles d’air. Après quelques minutes de séchage, le mastic s’est solidifié. Il reste à rendre la planéité à l’aide de papier abrasif. C’est l’opération du ponçage.


Fig.99 Après collage.

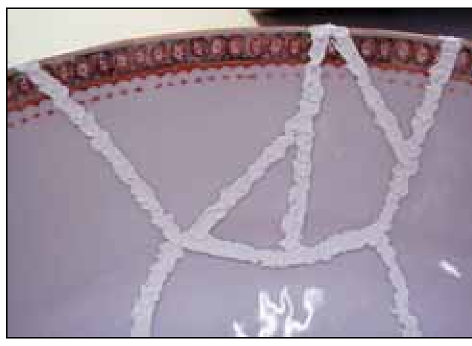

Fig.100 Mastic avant ponçage.



Fig.101 Mastic avant ponçage.

Le ponçage s’effectue en utilisant le papier de verre le plus abrasif (180) pour terminer par le moins abrasif (600) en se servant de papiers de grammage intermédiaires (280, 400). Le but du ponçage est de retirer le mastic jusqu’à ce qu’il n’y ait plus de différence de surface entre le bol et le mastic. Cette opération est délicate. Il faut travailler avec la plus grande précaution, les grains de verre du papier rayent l’émail* de la porcelaine. On vérifie si la planéité est bonne avec son doigt. Le passage de la porcelaine au mastic ne doit pas être perceptible au toucher. Le ponçage doit être irréprochable parce qu’il va être le support de la réintégration picturale. Le moindre défaut se verra à la pose de cette réintégration. Le papier de verre permet d’obtenir la finesse de la porcelaine. (Voir fig.102 p.73)



Fig.102 Après ponçage.

5- Retouche.

La retouche de l'objet consiste à masquer le bouchage par une mise en teinte et rendre quand cela est possible la restitution picturale. Le type de retouche varie en fonction de la pâte, du propriétaire et la manière de conserver de l'objet.

a) Choix du produit.

Il faut que le produit de retouche ait :

- Une bonne dureté.
- Une bonne brillance pour imiter la glaçure.

On peut pratiquer différentes techniques :

- Les polyuréthanes sont des polymères associant méthane, azote et oxygène avec d'autres molécules hydrocarbonées*.
- Les peintures acryliques sont des esters* fabriqués à partir d'acide acrylique et d'acétylène. On peut les diluer à l'eau, à l'essence et aux hydrocarbures benzéniques*. Les acryliques ne foncent pas, ne jaunissent pas, ne craquellent pas ou ne s'éclaircissent pas avec le temps et restent toujours imperméable.

b) Choix d'une méthode.

Il existe plusieurs types de retouche : archéologique et illusionniste. Ce choix dépend du propriétaire, du responsable de l'œuvre ou du lieu de conservation.

• Retouche archéologique :

La retouche archéologique est souvent utilisée dans le monde muséal. On ne désire pas cacher les dommages. Mais souvent pour des raisons de lisibilité, de stabilité, d'esthétique ou d'harmonie d'une collection, les lacunes sont comblées sans débordement avec un léger retrait de la surface.

• Retouche illusionniste :

Le choix d'une retouche illusionniste est fréquent pour les antiquaires et les particuliers. Pour un collectionneur, la restauration doit rester invisible. C'est pour cela que toutes les lacunes sont cachées.

Notre objet sera retouché avec la méthode de retouche illusionniste.

c) Mise en œuvre.

La couleur de fond est appliquée à l'aérographe. C'est un mélange de pigment avec du vernis et du diluant polyuréthane et du liant. L'aérographe permet un travail fin, uniforme, rapide lors de l'application, et il ne laisse pas de traces. (Voir fig.103 p.76)

Une fois les décors dégagés avec un scalpel, ils sont repris au pinceau avec des pigments additionnés à un médium acrylique.



Fig.103 Application de la couleur de fond à l'aérographe.

Le choix de faire la retouche au pinceau du décor à l'acrylique a été motivé par la toxicité du polyuréthanne et la longue durée du travail. Le propriétaire voulant une restauration résistante aura ce qu'il demande puisque la couleur de fond et le vernis final étant au polyuréthanne. Cette retouche sera résistante aux manipulations.

La réintégration picturale doit être impérativement protégée par un vernis. On mélange 50% de vernis polyuréthanne à 50% de diluant. Il sera appliqué à l'aérographe. Il ne reste plus qu'à laisser sécher l'objet.

6- L'or.

La restauration de l'or est expliquée dans le chapitre III- L'or sur la porcelaine, C- La restauration à l'or, 4- Mise en œuvre à la page 104.

C – Conseils de conservation.

Pour préserver l'œuvre, la restauration étant effectuée, il faut que l'objet soit conservé dans de bonnes conditions. On peut contrôler son environnement climatique en respectant des

normes climatiques et d'éclairement. Il est conseillé que l'objet soit dans une pièce à 18°C (+/-5°C), à une humidité relative* de 55% et de filtrer l'intensité lumineuse. Ces conseils sont applicables en milieu muséal. Pour les particuliers on peut conseiller de ne pas réutiliser le bol à punch* (ce qui pourrait nuire à la santé ainsi qu'à la restauration), de ne pas le placer à côté d'une source de chaleur comme un chauffage. Pour le nettoyage, un simple chiffon humide suffit. Il ne faut aucun produit de nettoyage.

III- L’OR SUR LA PORCELAINE

Depuis l’antiquité, les égyptiens décoraient leurs masques funéraires avec de l’or (Voir fig.104 p.78) et fabriquaient des bijoux en or massif. On trouve en majorité la dorure sur des pièces en porcelaine et beaucoup moins sur la faïence. L’or et la porcelaine étant des matériaux nobles, on les a assemblés pour leur conférer une beauté supplémentaire.



Fig.104 Masque mortuaire de Toutankhamon, musée du Caire.

Sur le bol à punch* on trouve de l’or sur la panse extérieure, sur des petites surfaces et sous forme de traits en Y, ainsi que sur le filet de la lèvre qui est partiellement usé. (Voir fig.72 p.53)

A- La dorure sur la porcelaine.

L’or est employé à l’état métallique pour la dorure sur émail cuit, sous forme de chlorure (après l’avoir dissout dans l’eau régale*) auquel on a ajouté du sulfate ferreux. L’or permet de teindre les émaux en rouge violacé. A partir de l’or sous forme de pourpre de Cassius (stannate d’or*), on peut obtenir de l’or pour pourpres de moufles* en ajoutant une petite quantité d’argent et de carmin. L’or disparaît à une température supérieure à 1100°C.

Les ors peuvent être mats ou brillants et varient de 7% à 34% pour les ors liquides.

1- la composition de l’or

De l’or en poudre très fine, obtenue par précipitation chimique, est posé sur la glaçure. L’or est mélangé avec de l’essence grasse et de l’essence maigre de térébenthine. On ajoute 10% de fondant par rapport au poids de l’or. Le fondant permet de fixer l’or sur la couverte au moment de la vitrification qui a lieu pendant la cuisson de petit feu.

2- les différentes applications de l’or

- La molette :

L’or est appliqué grâce à un rouleau gravé en relief ou en bas-relief. La molette est trempée dans l’or liquide. On la fait rouler sur l’objet ce qui permet d’imprimer le décor. L’objet est ensuite placé au four.

- L’or au pinceau :

L’or est appliqué à l’aide d’un pinceau qui lui est spécialement réservé. La pointe de celui-ci est trempée directement dans le flacon d’or. Ensuite, le décorateur le pose à sa guise tout en tirant l’or. Enfin, l’objet est mis à cuire au four.

- L’or à l’éponge :

De l’or est versé sur une éponge à fine trame. L’éponge est tamponnée sur l’objet de manière à obtenir une surface lisse et régulière. L’objet est mis au four. Cette technique s’appelle aussi le putoisage.

- L’or à la plume :

Cette application est similaire à celle du pinceau hormis que l’on utilise une plume sergent major.

- L’incrustation à l’or :

Cette technique apparaît en 1880. Il s’agit d’un procédé de gravure de la porcelaine par trempage dans un bain d’acide fluorhydrique. L’objet est enduit de bitume de Judée*, recto verso, à l’exception du motif qui va être attaqué et qui doit rester en blanc. (Voir figs.105 à 113 p.81 à 82)

Très souvent, la partie devant rester blanche est protégée par une décalcomanie.

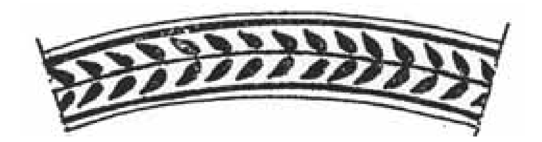


Fig.105 Epreuve Chromolithographique*.

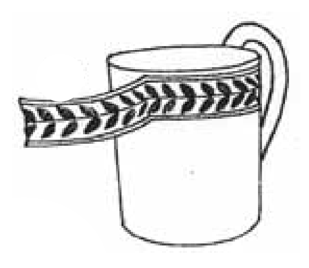


Fig.106 Pose de l'épreuve sur la pièce à incruster.

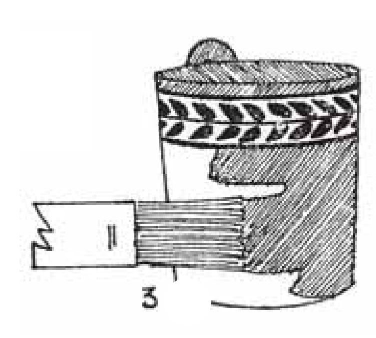


Fig.107 Badigeonne complet des pièces au bitume.

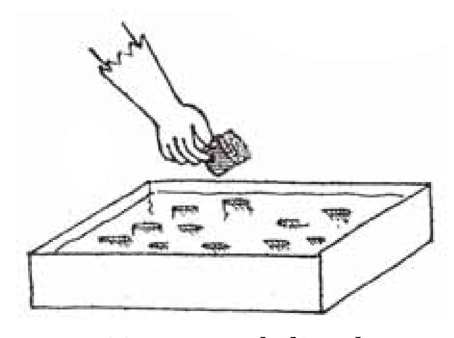


Fig.108 Attaque de l'acide fluorhydrique.

On plonge l'objet dans un bain d'acide fluorhydrique pendant quelques minutes.

L'acide attaque les parties restées blanches.

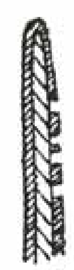
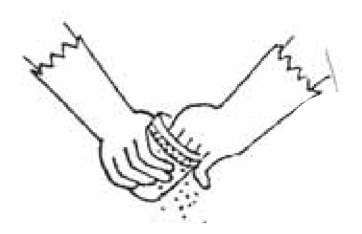


Fig.109 Effet de l'attaque à l'acide.



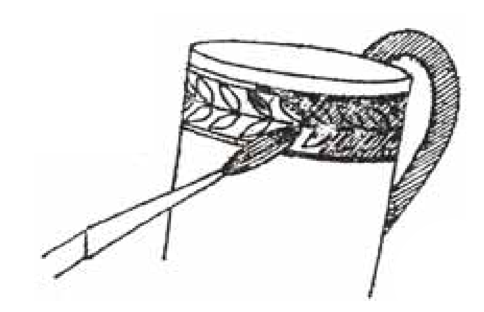
Ensuite, l’objet est égoutté et rincé à grande eau.

Fig.110 Nettoyage de l’objet gravé.

Puis, le vernis est enlevé en le brossant avec du pétrole ou dégraissé au feu.



Fig.111 Dégraissage au feu de l’objet.



L’or est appliqué en deux couches où l’acide a attaqué l’émail.

Fig.112 Pose de l’or aux endroits voulus.

Entre chaque couche, l’objet repasse au four entre 750 et 900°C.

Enfin un brunissage à la sanguine accentuera l’effet de relief.



Fig.113 Après cuisson, brunissage des parties en relief.

- **L'or par décalcomanie :**

La décoration par décalcomanie est aussi appelée décor par chromolithographie*. La pâte d'or obtenue lors de la fabrication est comprimée au couteau de peintre sur une plaque de cuivre gravée. (Voir fig.115 p.83)Le surplus est retiré au couteau, puis avec une mousseline*.

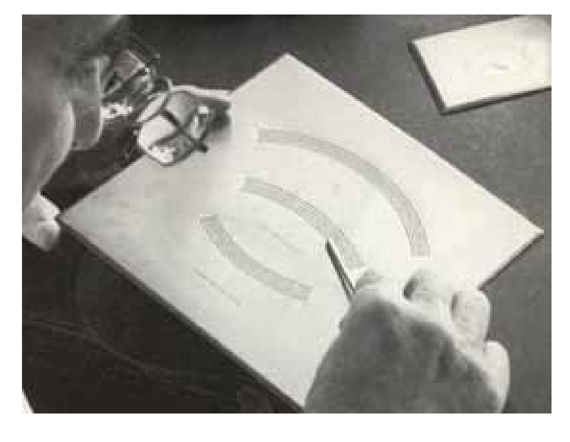




Fig.114 Gravure au burin pour gravée.

Fig.115 La pâte d'or est comprimée sur la plaque une frise d'impression à l'or.

Un papier de soie légèrement humide est posé sur la plaque de cuivre. Le papier de soie est recouvert d'un buvard qui protège la fine pellicule de papier. Le tout est mis entre deux feutres qui répartissent la pression. L'ensemble passe entre les cylindres de la presse d'imprimerie. La pâte d'or se dépose sur le papier humide. Il est alors détrempé pour éviter qu'il ne prenne du retrait. Il est ensuite appliqué soigneusement sur la porcelaine à l'aide d'une petite roulette recouverte de feutre.



Fig.116 Tirage de l'épreuve en pâte d'or.

- L’or coulé :

De l’or est posé en épaisseur en haut de la pièce. Il s’écoule lui-même le long de la paroi. Il trace un réseau de lignes verticales.

- L’or mince et repiqué :

L’or est très dilué à l’essence maigre. Il est ensuite déposé sur l’émail cuit de manière irrégulière. A la sortie de la cuisson suivante, l’or apparaît en formant des auréoles ou différents motifs selon les épaisseurs.

- **L’or reculé :**

L’or est très dilué et est pulvérisé. Après séchage on pulvérise du diluant ou de l’essence de térébenthine. Des effets de nuances, des taches ayant la couleur de fond de l’émail apparaîtront après la cuisson.

- **L’or au mordant :**

Le décor est tout d’abord exécuté sur la pièce avec un fondant noir spécial, délayé à l’essence maigre et grasse, que l’on appelle mordant. Ce fondant est appliqué soit à la plume, soit au pinceau, mais le plus souvent par impression. La consistance est réglée suivant le procédé d’application employé. Quel que soit le procédé, le décor est aussitôt saupoudré de poudre d’or à l’aide d’un pinceau très doux. Quelquefois, il faut le retoucher. Ensuite, on laisse sécher et on cuit. Quand le poudrage d’or s’exécute sur une couleur vitrifiable, on prend un fondant plus tendre dit « cristal », et l’on cuit à feu plus doux.

3- Comment cuit-on l’or ?

L’or sur la céramique se cuit dans un four électrique ou à gaz. Pour cuire, il est important que la chauffe soit menée avec une faible vitesse et que les aérations du four soient ouvertes au maximum. Elles permettront l’évacuation intégrale des vapeurs et des fumées qui se forment pendant la cuisson.

Il n’est pas possible de fixer à l’avance le temps de cuisson. Cela dépend du volume du four, de l’importance et de l’enfournement ainsi que de l’épaisseur et la forme des pièces. Il faut que les pièces soient bien placées dans le four pour permettre une bonne homogénéisation de la chaleur. L’or sur la faïence se cuit entre 550° - 820°C. Tandis que pour la porcelaine, la température est comprise entre 700°- 820°C.

4- Comment obtenir différentes couleurs ?

On peut obtenir des couleurs différentes en ajoutant un très faible pourcentage de pigment comme un or jaune, vert et rouge. Il est d'un jaune riche naturellement lorsqu'on l'extrait, mais il peut foncer vers le rouge lorsqu'il contient du cuivre.

5- Quelles sont les différentes possibilités de dorure ?

- **Or brillant :**

Aujourd'hui, on trouve dans le commerce de l'or liquide prêt à l'emploi. On l'appelle or brillant, lorsque après la cuisson l'or devient directement brillante. On n'a pas besoin de le brunir, il a l'aspect d'or métallique très brillant. Cet or s'applique au pinceau, à l'éponge ou à la machine à filer. L'or brillant peut être, en général, mélangé avec des ors brunis liquides, des ors précipités ou des solutions de platine ou d'argent. Il faut toujours faire des essais préalablement. Certains effets de dorure peuvent être obtenus en posant des ors brillants sur des surfaces mates ou dépolies ou bien sur des couleurs vitrifiables cuites auparavant.

- **Or mat :**

D'autres compositions fournissent à la sortie de la cuisson une couche d'or à l'aspect métallique mat, sans avoir effectué un travail différent. Si on veut le rendre brillant, il faut un sablage ou un brunissage pour lui donner l'éclat métallique, à la sortie du four. Il existe plusieurs types d'or mat :

Ors brunis liquides : Ce sont des solutions d'or, d'argent, de bismuth ou de plomb dont la teneur en or métallique varie de 18 à 32%. Comme les ors brillants, les ors mats peuvent se mélanger aux autres métaux précieux, mais il faut toujours faire un essai préalable.

Ors précipités : ces ors sont vendus sous forme de poudre brune où l'or est additionné de fondants. Ils peuvent s'appliquer sur la porcelaine ou sur les biscuits. Ils s'emploient comme les couleurs vitrifiables aux essences maigres et grasses. Ces ors nécessitent une forte cuisson à 800°C pour que les fondants s'accrochent bien à la porcelaine.

Ors verts : Ce sont des mélanges d'or et d'argent en poudre ou liquide. Ils s'emploient comme les ors mats. Un fois cuits, ils donnent des reflets légèrement verdâtres.

Ors chinois : Ces ors en poudre s'emploient comme les ors précipités sauf qu'ils doivent être préparés à l'aide de couteaux en corne ou en ivoire. Comme les couleurs vitrifiables, ils permettent la réalisation de modelés suivant l'épaisseur de leur pose, contrairement à tous les ors

vus précédemment qui ne donnent que des aplats. Une fois cuit, l'or chinois donne une couleur bronze.

- **L'or au mercure :**

L'or est précipité au mercure et est maintenu en suspension dans de l'essence de lavande. Il est ensuite cuit à basse température et est bruni. Il peut être teinté par de l'argent ou du platine. L'ajout d'oxyde de mercure ou de chrome le colore en rouge et en vert.

- **L'or à effet :**

Cette technique permet d'obtenir différents motifs d'un dessin sur une surface dorée en utilisant des brunissoirs de dureté variée (hématite, agate, poils de verre) pour arriver à des polis plus ou moins brillants.

- **L'or à la couperose :**

L'or en feuille est précipité dans du sulfate ferreux (la couperose), il est ensuite additionné à un fondant. Après avoir décoré l'objet avec cet or, il est cuit à 840°C et bruni à l'agate.

- **L'or à la coquille :**

L'or en feuille est broyé avec du sucre de candi ou du miel puis lavé à l'eau chaude pour dissoudre le sucre. L'or est ajouté à du borax et de l'eau gommée conservé dans des coquilles de moules. Cet or est trop coûteux, il n'est donc utilisé qu'en filet. Cette préparation est aussi appelée or au miel (utilisé sur la porcelaine tendre). Sa dorure est très belle parce qu'elle ne contient que très peu d'argent.

- **L'or fulminant :**

Ce composé azoté de l'or est obtenu par précipitation de l'or dans de l'eau régale par l'ammoniac. Les réactions de décomposition brutale sont incertaines. Pour l'utiliser, on l'emploie à l'état humide mêlé d'essence de térébenthine sans ajout de fondant, en l'appliquant au pinceau sur la glaçure. Après la cuisson, on augmente la brillance en frottant l'or avec un linge.

6- L'or change-t-il s'il est appliqué sur des surfaces différentes ?

L'or épouse l'état de la surface sur laquelle il est posé. Si la surface de l'émail est lisse, l'or sera très brillant, tandis que si l'émail est irrégulier, il y aura des zones plus mates.

On observe une brillance lorsque l’impression physiologique est produite par une surface de couleur, éclairée par une lumière blanche, lorsque le flux lumineux diffusé spéculairement est sensiblement plus important que le flux diffusé.
La réflexion est spéculaire si la surface est polie et plane. (Voir fig.117 p.87)



Fig.117 Schéma de la réflexion de la lumière sur une surface lisse.

On observe une matité lorsque l’impression physiologique est produite par une surface de couleur, éclairée par une lumière blanche, lorsque le flux lumineux réfléchi séculairement est sensiblement moins important que le flux diffusé.
La réflexion est diffuse lorsque la surface présente des irrégularités. (Voir fig. 118 p.87)

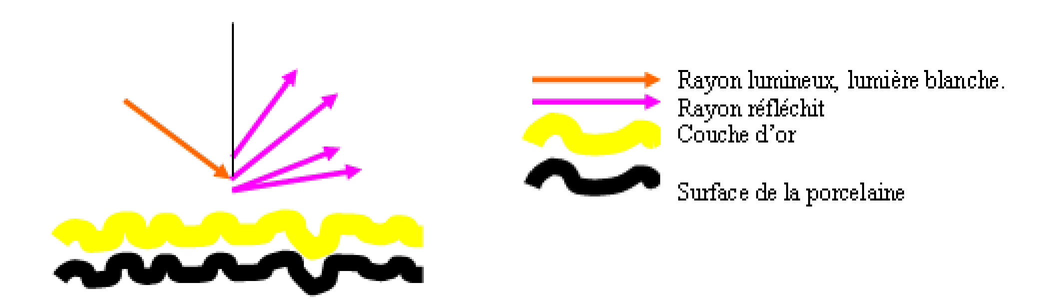


Fig.118 Schéma de la réflexion de la lumière sur une surface irrégulière.

7- Quels sont les défauts de l’or ?

- **Petites taches blanches de formes diverses :** Ces taches sont dues à des grains de poussières qui se sont déposés sur le décor encore frais. Ce défaut apparaît souvent avec les ors liquides.

- **Petites taches rondes et blanches** : Elles sont dues à l’humidité.

- **Or brillant ne brillant pas** : L’or a été posé avec trop d’épaisseur, ou bien la cuisson a été trop rapide.

- **Or de teinte gris-verdâtre :** L'or a été posé en fine couche ou bien il a été trop dilué.

- **Surface voilée :** Les vapeurs d'essence se sont mal évacuées au début de la cuisson. Quelquefois, la brillance peut apparaître après frottement de l'or.

- **Or brûlé :** La cuisson a été trop forte.

- **Or sans adhérence :** La cuisson a été insuffisante. L'or peut disparaître après un frottement. Ce défaut n'apparaît pas tout de suite après la cuisson mais lorsque l'objet a été placé dans une atmosphère humide.

8- Peut-on récupérer l'or ?

Etant donné le prix de l'or, un système de récupération de l'or a été mis en place. Tous les vieux bouchons, flacons, chiffons, pinceaux, tampons sont gardés pour les retraiter par un spécialiste. L'or sera dissout avec des solvants puis filtrés ou bien brûlé à l'étouffé puis calciné. On obtient des cendres aurifères. Il existe un traitement chimique par l'eau régale pour obtenir un précipité.

9- L'or sur le bol à punch*

Le bol à punch* a été décoré avec un filet d'or ainsi qu'un motif sur la panse. Je suppose que l'or a été appliqué au pinceau pour ces deux ornements. De plus, il est légèrement rouge ce qui signifie qu'il contient du fer.

B- Tests de dorure avec cuisson.

1- Choix des matériaux

L'or se trouvant sur le bol à punch est mat. Pour réaliser les tests, on a choisi de travailler uniquement avec des ors mats. L'or sur notre pièce est mat. Dans le commerce, il existe 3 ors mats différents (17%, 24%, et 32%). On a choisi d'appliquer les tests sur trois assiettes plates en porcelaine : une assiette pour chaque type d'or. De plus, ce support permet une bonne visibilité des tests dans son ensemble mais aussi individuellement. Ensuite, on a choisi différentes

applications de l’or (au pinceau, à l’éponge), différents médiums (essence de térébenthine, diluant 174) à dosage différent (¼ pour ¾, ½ pour ½, et ¾ pour ¼) ainsi que l’ajout de pigments céramique (jaune 512 et ocre jaune 520) à ¼ de pigment pour ¾ d’or. Enfin, on a décidé de représenter le motif dans son ensemble.

2- Mise en œuvre des tests

Avant d’appliquer la couleur, on a réalisé une maquette pour mettre en place les tests. Le marli de l’assiette est divisé en 13 cases. (Voir fig.119 p.89)

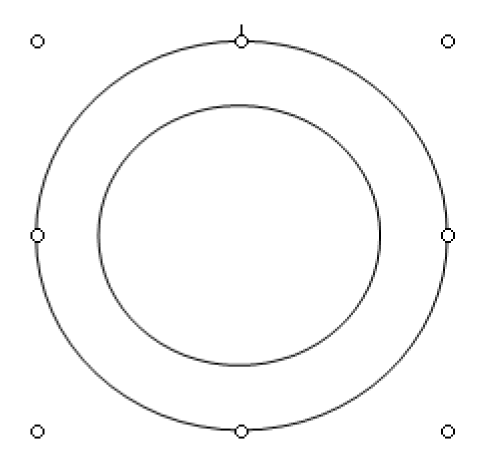


Fig.119 Maquette de l’assiette.

Ensuite, on a effectué le poncif*. Il permet de délimiter la zone d’application des tests.

Les recettes sont indiquées sur le fond de l’assiette devant chaque test. Il y est aussi indiqué l’or testé, la température de cuisson du rouge de fer (825°C) ainsi que celle de l’or (800°C). (Voir fig.120 p.89)



Fig.120 Inscriptions des tests.

Un vernis à réserve est posé autour des cases, pour protéger la porcelaine, car l'or tache de façon définitive la surface de la porcelaine.

On a appliqué une couleur de fond, appelée oxyde de fer, dans les cases 1,2 et 3. Dans la case 3, le motif Y a été mis en réserve avec le vernis. Le pigment oxyde de fer est mélangé avec de l'essence de térébenthine et de l'essence grasse, de manière à obtenir une pâte onctueuse. Ce mélange a été appliqué à l'éponge pour obtenir une surface homogène. Une fois la couleur sèche, on a reposé le poncif et tracé le contour noir du motif. Ce contour est un mélange de noir avec du MX 54[16]. On utilise un médium différent pour les 2 couleurs, au cas où l'application du noir serait à recommencer. Le fond rouge ne partira pas. (Voir fig.121 p.90)

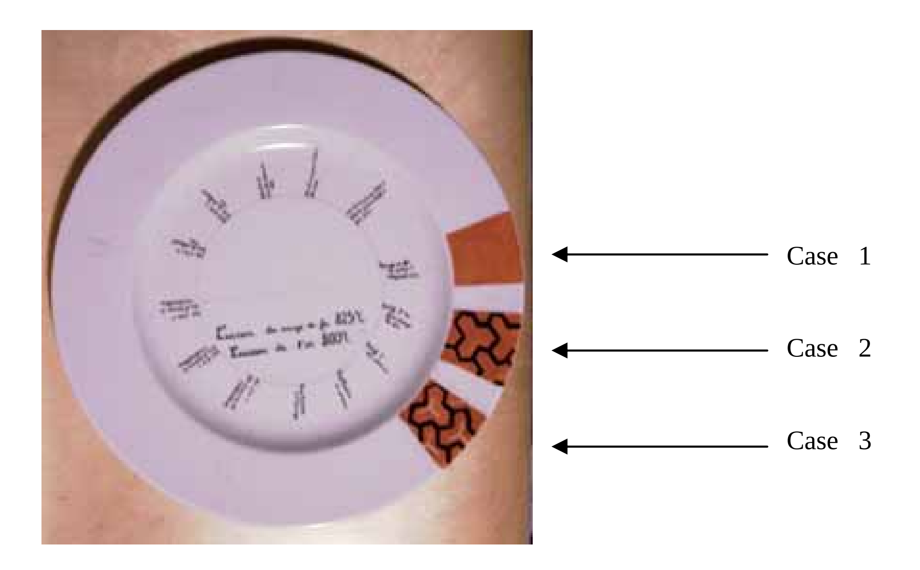


Fig.121 Assiette avant la cuisson.

Ensuite, les trois assiettes sont mises au four. La cuisson dure pendant 7h16. La température monte à 825°C en 6h56 et se termine par un palier de 20°C. (Voir fig.122 p.90)Cette opération se fait dans un four électrique de 50 litres en atmosphère oxydante*.

[16] Médium utilisé pour la décoration sur céramique.

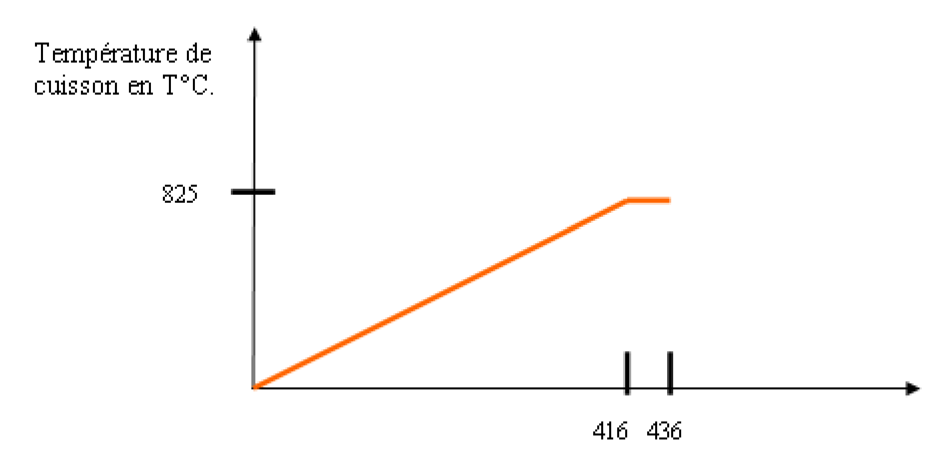


Fig.122 Courbe de cuisson de petit feu.



Fig.123 Assiette à la sortie du four.

Avant d'appliquer les couleurs, on a posé le poncif* et cerné les cases d'une bande large de vernis à réserve. (Voir fig.124 p.91)Tous les mélanges suivants ont été broyés au couteau et appliqués au pinceau.



Fig.124 Pose du vernis à réserve.

Voici un tableau expliquant les différents tests. Ces opérations sont identiques pour les trois ors.

N° de case	Composition	Application
1	Dégradé or pur	Pinceau
2	Or pur sur fond rouge cuit	Pinceau
3	Or pur sur fond rouge cuit	Pinceau
4	Or pur	Pinceau
5	Or pur	Eponge
6	¼ ors + ¾ essence de térébenthine	Pinceau
7	2/4 or + 2/4 essence de térébenthine	Pinceau
8	¾ ors + ¼ essence de térébenthine	Pinceau
9	¼ ors + ¾ médium 174	Pinceau
10	2/4 or + 2/4 médium 174	Pinceau
11	¾ ors + ¼ médium 174	Pinceau
12	¼ ocre jaune 520 + ¾ or	Pinceau
13	¼ ocre jaune 520 + ¾ or	Pinceau



Fig.125 Assiette prête à aller au four.

Une fois les tests secs, les assiettes sont placées au four. La cuisson est semblable à la précédente hormis que la température de cuisson est de 800°c. (Voir fig. 126 p. 93).

En petit feu*, les cuissons vont toujours de la plus haute à la plus faible.

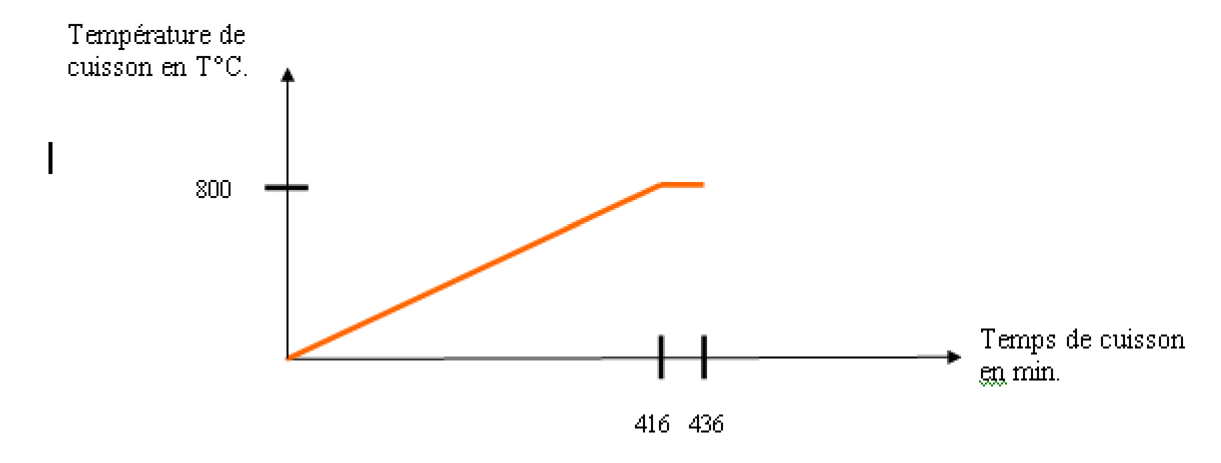


Fig.126 Courbe de cuisson de l'or.

3- Analyse

- *Or mat 17%*



Fig.127 Assiette à la sortie du four.

Or mat 17 %				
N° de case	**Photographie**	**Composition**	**Application**	**Remarques**
1		Rouge de fer + or	Aplat rouge de fer, dégradé or	•Transparence de l'or. •En épaisseur, l'or apparaît très jaune. •En fine épaisseur, l'or apparaît ocre.
2		Motif Y sur fond rouge de fer	Pinceau	•Motif ressemblant au bol. •or une teinte en dessous du bol.
3		Motif Y en réserve	Pinceau	•Motif très ressemblant. •Léger relief.
4		Or pur	Pinceau	•Couleur brun ocre. •Mat.
5		Or pur	Pinceau	•Couleur brun ocre. •Mate. •Alvéoles de l'éponge.
6		¼ ors + ¾ essence de térébenthine.	Pinceau	•Couleur brun rosé. •Légèrement satiné.
7		½ ors + ½ essence de térébenthine	Pinceau	•Couleur brun ocre. •Voile rosé. •Légèrement satiné.
8		¾ or + 1/4 essence térébenthine	Pinceau	•Couleur brun ocre. •teinte identique aux cases 4-5.
9		¼ or + 3/4 diluant 174	Pinceau	•Couleur brun rosé. •Satiné.

10		½ ors + ½ diluant 174	Pinceau	•Couleur ocre jaune.
11		¾ ors + ¼ diluant 174	Pinceau	•Couleur ocre légèrement jaune.
12		¼ ocre jaune 520 + ¾ or	Pinceau	•Brun rouge très prononcé. •Satiné.
13		¼ ocre jaune 520 + ¼ jaune 512 + 1/2 or	Pinceau	•Brun rouge très poncé.

- *Or mat 24%*



Fig.128 Assiette à la sortie du four.

Or mat 24 %				
N° de case	**Photographie**	**Composition**	**Application**	**Remarques**
1		Rouge de fer + or	Aplat rouge de fer, dégradé or	•Couleur ocre jaune. •or en épaisseur : or opaque. •Mat.
2		Motif Y sur fond rouge de fer	Pinceau	•Teinte très proche du bol.
3		Motif Y en réserve	Pinceau	•Léger relief.
4		Or pur	Pinceau	•Couleur brun ocre. •Brillance.
5		Or pur	Pinceau	•Couleur brun ocre •Brillance.
6		¼ ors + ¾ essence de térébenthine.	Pinceau	•couleur brun rosé. •Brillance. •En fine épaisseur, or apparaît ocre. •Mat.
7		½ ors + ½ essence de térébenthine	Pinceau	•Couleur brun. •Voile rose. •Brillance.
8		¾ or + 1/4 essence térébenthine	Pinceau	•Couleur ocre jaune. •Mat.

9		¼ or + 3/4 diluant 174	Pinceau	•Couleur ocre jaune. •Brillance.
10		½ ors + ½ diluant 174	Pinceau	•Couleur ocre jaune. •Brillance.
11		¾ ors + ¼ diluant 174	Pinceau	•Couleur ocre jaune. •Brillance. Identique aux cases 9, 10, 11.
12		¼ ocre jaune 520 + ¾ or	Pinceau	•Couleur brun doré. •Mat.
13		¼ ocre jaune 520 + ¼ jaune 512 + 1/2 or	Pinceau	•Couleur brun rouge à reliefs doré. •Mat.

- *Or mat 32%*



Fig.129 Assiette à ma sortie du four.

Or mat 32 %				
N° de case	**Photographie**	**Composition**	**Application**	**Remarques**
1		Rouge de fer + or	Aplat rouge de fer, dégradé or	•Couleur jaune. •or en épaisseur : or opaque. •Mat.
2		Motif Y sur fond rouge de fer	Pinceau	•Couleur très jaune.
3		Motif Y en réserve	Pinceau	•Léger relief.
4		Or pur	Pinceau	•Or très jaune. •légèrement satiné.
5		Or pur	Pinceau	•Couleur jaune. •Satinée. •Alvéole des éponges.
6		¼ ors + ¾ essence de térébenthine.	Pinceau	•Couleur jaune. •Brillance
7		½ ors + ½ essence de térébenthine	Pinceau	•Couleur jaune légèrement rouge. •Brillance
8		¾ or + 1/4 essence térébenthine	Pinceau	•Couleur jaune légèrement rouge. •Brillance

9		¼ or + 3/4 diluant 174	Pinceau	•Couleur jaune légèrement rouge.
10		½ ors + ½ diluant 174	Pinceau	•Couleur jaune légèrement rouge.
11		¾ ors + ¼ diluant 174	Pinceau	•Couleur jaune. •Brillance.
12		¼ ocre jaune 520 + ¾ or	Pinceau	•Couleur violette. •Satinée.
13		¼ ocre jaune 520 + ¼ jaune 512 + 1/2 or	Pinceau	•Couleur violette. •Satinée.

4- Conclusion

D'après les tests, plus l'or est dilué, plus il y a un voile rose. De plus, lorsque la concentration de l'or est élevée, sa teinte est plus jaune. Ensuite, l'or apparaît brillant lorsqu'il est posé directement sur l'émail. Là où il a été posé sur un fond de couleur, comme ici un fond rouge, l'or est mat. Puis l'ajout de pigments colorés à la préparation change radicalement la couleur. Il n'y a que des reflets dorés. De plus, le mode d'application de l'or ne change pas la teinte. Enfin, suite à tous ces tests, on suppose que l'or employer sur le bol à punch est l'or à 24%, appliqué au pinceau. On ne pense pas qu'il a été dilué.

C- La restauration à l'or.

1- Pourquoi ne recuit-on pas l'or ?

On ne recuit pas lors de la restauration de l'or sur la porcelaine. La température de cuisson de l'or se situe au environ de 800°C. Tout d'abord, on risquerait de brûler l'or déjà cuit.

Ensuite, les matériaux de restauration ne supportent pas une température aussi haute. On risquerait d'abîmer les opérations antérieures. La colle se ramollirait sous l'effet de la chaleur et donc sous le poids de l'objet et les morceaux se détacheraient. La retouche réticulerait, brunirait sous l'effet de la chaleur. On changerait l'état initial des matériaux.

2- Quelles sont les différentes techniques ?

a- L'or à la feuille :

Il est possible d'appliquer l'or à froid comme pour la dorure de cadres.

Les feuilles d'or se présentent sous forme de carnet de 25 feuilles rectangulaires. Chaque feuille est séparée par une feuille de soie. L'épaisseur des feuilles varie entre 4 à 8 microns.

Il existe une grande variété de couleurs : jaune pur, demi-jaune vif, clair, gris, blanc, rosé, rouge, orangé, bleu, vert pâle,…

On obtient l'or par un alliage de métaux coulés dans des barrettes fines, qui sont ensuite martelées à chaud sur une enclume pour les rendre souples et allongées. Ensuite, les barrettes sont passées entre deux rouleaux de compressions. On découpe des longueurs en surfaces égales. Enfin, on réalise un battage : les feuillets sont recoupés pour être progressivement formatés. Les feuilles sont conditionnées pour la vente.

Pour appliquer la feuille d'or sur l'objet à dorer, on pose tout d'abord une feuille d'or sur le coussin à dorer pour être découpé avec un couteau. Le paravent en peau de parchemin limite les risques d'envol. On positionne la feuille à l'aide d'un peigne en poils de martre graissé. L'attachement de la feuille sur la pièce se fait grâce à l'application de mixtion. Il existe deux types de mixtions :

- gélatineux à base de protéines naturelles issues de l'action de l'eau chaude sur le collagène de tissus animaliers. Les feuillets sont dissous à l'eau chaude pour obtenir une gelée. On utilise généralement la colle de peau de lapin.
- Mixtions à dorer, constitués de l'huile de lin cuite, d'essence de térébenthine et de siccatif.

Enfin, on brunit l'or avec une pierre d'agate.

Cette technique est longue, coûteuse, et peu employée pour la restauration. Elle est utilisée pour les grandes surfaces à dorer. L'adhérence sur la porcelaine est de courte durée.

b- Les poudres métalliques :

Des poudres métalliques, conditionnées dans des flacons hermétiques, sont vendues dans des magasins spécialisés. On trouve différents tons, qui peuvent s'étendre d'avantage, puisqu'ils sont miscibles entre eux. La nuance de l'or doit être bien choisie parmi les nombreuses tonalités.

On mélange sur un carreau la poudre métallique ainsi qu'un liant. Il permet de fluidifier et homogénéiser l'ensemble. Il existe différentes natures de liant : résineux, huileux, à base acrylique, à vernis bi-composant (polyuréthane liquéfié au xylène).

Cette technique est adaptée à la reprise de petits motifs, aux liserés, aux rehauts d'or. On peut l'appliquer au pinceau ou bien à l'aérographe[17]. Il permet un travail minutieux.

La démarcation entre la dorure d'origine avec la peinture dorée est moins voyante.

Dans le commerce, on trouve des poudres métalliques mélangées avec un liant. La poudre d'origine peut être différent de l'or. On trouve fréquemment du bronze. L'effet est moins satisfaisant du point de vue de la granulométrie, du rendu coloré et de l'éclat. Cette technique reste cependant accessible financièrement.

Il existe un problème d'oxydation des poudres métalliques. Par exemple, le bronze pose un problème de vieillissement de la surface par oxydation. L'oxydation des composés métalliques se fait avec le contact de l'air et s'appelle l'oxydo-réduction. L'oxydo-réduction se produit par l'échange d'électrons entre un oxydant et un réducteur pour former un couple oxydo-réducteur.
L'oxydant, atome ou molécule, capte un ou plusieurs électrons. Le réducteur, atome ou molécule, donne des électrons. Il peut se présenter sous forme ionique.
On classe les couples « oxydo-réducteur » en fonction du potentiel standard. La mesure s'appelle force électromotrice (E°). E° est exprimée en volt. Par exemple, Au^{3+}/Au E°=1,50V
Lorsque le potentiel E° de l'oxydant est plus élevé que celui du réducteur. On dit que la réaction est spontanée. Ainsi, lorsqu'un métal cuivreux est en présence de dioxygène (O_2), il y a une réaction spontanée entre le dioxygène (oxydant) et le cuivre (réducteur).
Il n'y a aucune réaction entre le dioxygène et l'or. Le potentiel E° du couple (Au^{3+}/Au) est supérieur à celui du couple (O_2, H_2O). L'or ne présente donc aucune oxydation au contact de l'air, contrairement au produit contenant des poudres métalliques de bronze.
Cette technique n'est donc pas idéale pour la restauration. Le pigment de bronze vieillit mal, il verdit avec le temps.

---

17 Appareil utilisé pour pulvériser de la peinture.

c- La dorure électrolytique :

La dorure par électrolyse est une méthode utilisée pour les métaux. Elle reprend le procédé électrochimique de galvanoplastie, sans immersion complète de la pièce dans un bain.

Cette méthode est coûteuse et difficile à réaliser en dehors d’un laboratoire équipé du matériel adéquat. Cette technique est encore peu utilisée suite à un manque de maîtrise et surtout au manque de recul par rapport aux résultats obtenus.

Le principe de l’électrolyse est une opération qui consiste à faire passer un courant électrique dans une solution (aqueuse, solvant ou sel fondu). (Voir fig.130 p. 102).Il se produit deux phénomènes :

- une migration des ions,
- une série de réactions aux électrodes.

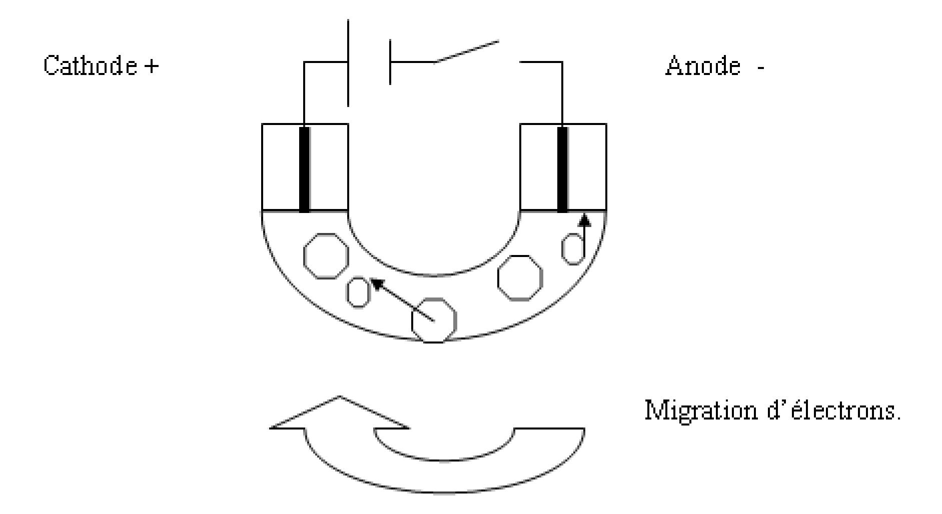


Fig.130 Principe de l’électrolyse.

Les cations, ions +, migrent vers la cathode (pole négatif, o). Les anions, ions -, migrent vers l’anode (pole positif O). Ils agissent en fonction de leur affinité électrostatique. Il y a une réaction d’oxydoréduction qui se produit grâce aux électrons apportés par l’intensité débitée par le générateur de tension.

A l’anode (négatif et riche en électrons), il y a une réaction d’oxydation. Tandis qu’à la cathode (positif et consommatrice d’électrons), il y a une réaction de réduction.

L’application de la dorure par électrolyse sur une céramique est une technique d’électrolyse adaptée aux métaux. Il faut donc métalliser la surface de la pièce pour qu’elle puisse devenir conductrice. La céramique est une matière isolante au courant électrique.

L'opération de métallisation de la céramique n'est pas expliquée au grand public. Cette opération reste secrète.

On peut imaginer qu'une plaque de métal est collée sur la céramique. Cette technique est utilisée en bijouterie pour le plaqué or. (Voir fig.131p. 131).

Cette électrode est un tampon imbibé d'une solution composée de cyanures double d'or et de potassium, relié au courant électrique. Une pince métallique est reliée à un générateur, puis mise au contact de la surface à dorer. Elle sert de cathode.

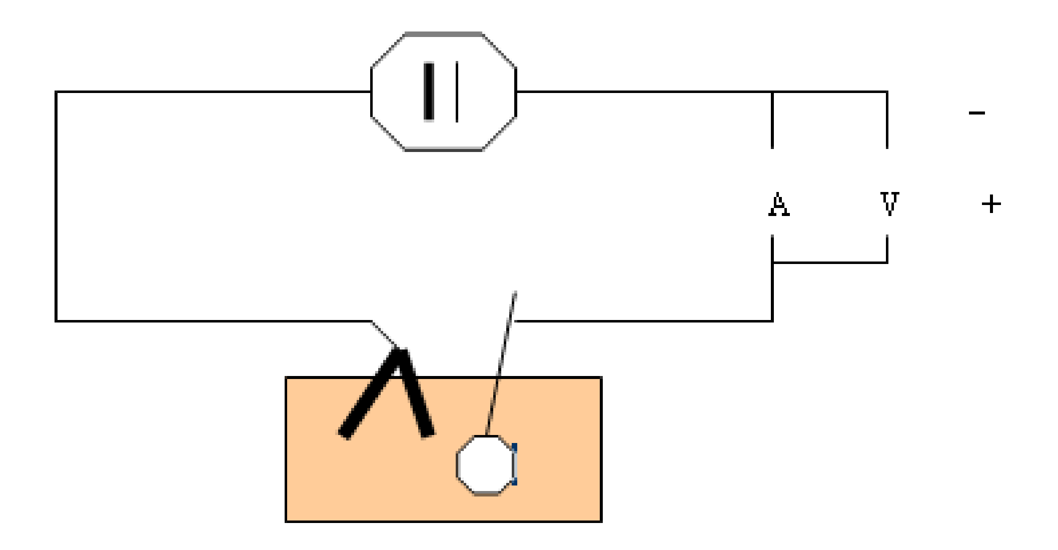


Fig.131 Schéma de l'installation électrolytique.

Légende :

Stylet composé d'une tige métallique à manche isolant au bout duquel se trouve un coton imbibé de solution (cyanure d'or et potassium).



Pince métallique.

V Voltmètre servant à mesurer les différences de potentiel.

A Ampèremètre pour relever l'intensité du courant électrique.

Surface céramique à dorer.

Le courant permet la migration des ions contenus dans la solution de cyanure double d'or et de potassium, en surface du support métallisé (grâce à l'application du tampon à l'air libre sur les parties à dorer). Les ions = Au3+ migrent à la cathode (le support céramique métallisé), et les ions – sont attirés par l'anode (selon le procédé d'électrolyse).

L'or se dépose à la surface du support céramique métallisé. La solution du tampon est modifiée dans sa teneur en ions métalliques.

Grâce à cette méthode, il est possible d'intervenir sur des petites surfaces en limitant l'apport d'or nécessaire à cette reprise de motifs.

On ne peut pas mettre en application cette technique tant que le secret n'est pas dévoilé. Enfin, il n'y a aucun recul sur cette technique. On peut donc se demander quelle est sa solidité à la manipulation et sa réversibilité.

d- L'or en poudre :

Sur le marché, on trouve de la poudre d'or pure 23 Carat. Elle peut coller sur la porcelaine en ayant posé préalablement de la gomme arabique blanche. Il ne faut pas prendre la gomme arabique jaune parce qu'elle jaunit plus rapidement.

La gomme arabique est produite par l'exsudation* des tiges d'acacias. (Voir fig.132 p.103).Comme toutes les gommes, il s'agit d'une macromolécule polysaccharidique* fortement ramifiée. Comme de nombreuses substances d'origine biologique, il ne faut pas s'étonner d'y rencontrer des produits minéraux et des constituants azotés. Elle est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.



Fig.132 Exsudat d'un acacia.

La gomme arabique à l'inconvénient d'être incompatible avec l'alcool, les acides minéraux, les sels ferriques, les acides oxaliques et les sels de plomb. Sans conservateur, une solution de gomme arabique pourrit. Pendant longtemps on a utilisé comme agent antiseptique le phénol*. Aujourd'hui plusieurs solutions ont été proposées en

accord avec la réglementation. Les antiseptiques utilisés dans les gouaches doivent être conformes à la législation sur les jouets. (Voir fig.133 p. 104).



Fig.133 Gomme arabique.

On trouve la gomme arabique dans le commerce sous forme de poudre ou de cristaux non moulus plus ou moins ronds. La surface extérieure des cristaux est mate et fendillée et leurs cassures sont vitreuses; ils sont souvent également traversés par de fines fissures. Leur couleur est jaune blanche à jaune brunâtre; La gomme est fade et inodore. Elle est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.

Même en concentration de 30 à 40%, la gomme arabique reste très peu visqueuse. Elle sert principalement d'émulsifiant, spécialement pour les huiles d'agrumes, de colloïde protecteur dans les émulsions et de supports pour les arômes. La gomme arabique n'a cependant qu'une importance secondaire dans l'industrie des denrées alimentaires. Son nom de code alimentaire est E414.

3- Choix du produit

Pour optimiser et prolonger la durée de vie de la restauration, on a choisit de restaurer l’or avec de la poudre d’or.

4- Mise en œuvre

Pour des raisons de temps, on n’a pas pu réaliser la restauration de l’or.

CONCLUSION

La restauration de ce bol m’a renvoyée à l’histoire de la porcelaine chinoise sous l’époque Kien-Long, à sa forme, et à son décor. Cet objet est un symbole véritable du commerce entre l’Orient et l’Occident. Il montre que la Chine a su très tôt s’adapter aux goûts des européens de part sa forme et son décor aux modes de l’époque. La diversité des décors m’a invitée à des recherches approfondies et ainsi m’a apporté une meilleure connaissance de la civilisation chinoise.

La restauration de ce bol à punch* a été l’occasion de mettre en application les connaissances théoriques et pratiques acquises tout au long de ma formation. Il m’a permis de me pencher sur le choix des produits et des techniques à utiliser. De ce fait, la restauration s’est avérée très intéressante par l’étude historique, restauration et scientifique. Il m’a aussi permis de voir la restauration complète d’une œuvre et son métier. Le restaurateur doit avoir un rapport d’exigence, de patience, de précision et de volonté avec son objet. Mais la dangerosité de certains produits utilisés m’a fait par ailleurs réfléchir sur les risques encourus par les restaurateurs lors d’une activité professionnelle régulière et ainsi de rechercher une alternative pour protéger notre santé.

A la fin de cette restauration, il me tarde de côtoyer mon métier dans le monde professionnel.

LEXIQUE

A

Acétone : Liquide incolore, volatil, inflammable, d’odeur éthérée, utilisé comme solvant. Formule : CH3COCH3

Alun : Sulfate double d’aluminium et de potassium ou composé analogue aux propriétés astringentes.

Atmosphère oxydante : La cuisson en oxydation est un mode de cuisson avec un apport d’oxygène.

Atmosphère réductrice : La cuisson en réduction dans un four est conduite de telle façon que la combustion soit fumeuse et incomplète.

Aurifère : Qui contient de l’or.

B

Biscuit : Première cuisson de l’argile non revêtue d’émail.

Bismuth : Métal d’un blanc gris rougeâtre, fondant à 270°C en diminuant de volume, cassant et facile à réduire en poudre et dont certains composés sont utilisés comme médicaments.

Bol à punch : Il s’agit d’un bol de grande taille destiné à préparer et servir le punch chaud. D’origine anglaise, il est peu fréquent en France au XVIIIème siècle et presque exclusivement en porcelaine.

C

Catalyseur : Substance qui, ajoutée à un milieu réactionnel, augmente la vitesse de la réaction.

Céramique : terme générique désignant des objets à base d’argile soumise à l’épreuve du feu : terre cuite, faïence, grès, porcelaine, …

Chaux : Oxyde de calcium obtenu par la calcination de calcaire.

Chromolithographique : Méthode de gravure en plusieurs couleurs obtenue en imprimant au moyen de la lithographie.

Coke : Combustible obtenu par distillation de la houille en vase clos et ne contenant qu’une très faible fraction de matières volatiles.

Composite : Matériau formé de plusieurs composants distincts dont l’association confère à l’ensemble des propriétés qu’aucun des composants pris séparément ne possède.

Craie : Poudre fine de calcaire, plus ou moins terreux, à base essentiellement de carbonate de calcium.

Crocoïte : un minéral composé de chromate de plomb de formule $PbCrO_4$.

Cuisson oxydante : Le taux d’oxygène est identique dans le four qu’à l’extérieur.

Cuisson réductrice : Lorsque l’atmosphère à l’intérieur du four contient un pourcentage peu élevé d’oxygène à cause de la présence de gaz réducteurs, principalement l’hydrogène et le monoxyde de carbone.

D

Dégourdi : Pâte a porcelaine à laquelle on donne une faible cuisson, 800°C, qui l’amène à l’état de terre cuite très poreuse et augmente sa résistance pour l’émaillage.

Dilatation : Fait de se dilater ; augmentation de la longueur ou du volume d’un corps par élévation de température, sans changement dans la nature du corps.

Diphénol : Deux molécules de phénol.

Distillation : Opération consistant à séparer, par évaporation puis condensation, les éléments contenus dans un mélange liquide.

E

Eau régale : Mélange d’acide azotique et d’acide chlorhydrique.

Electrolyse : Décomposition chimique de certaines substances en fusion ou en solution, produite par un courant électrique.

Email : Enduit vitreux, opaque ou transparent, généralement stannifère, posé en assez forte épaisseur sur une pâte tendre ou une faïence.

Epoxy : Substance permettant de fabriquer des colles et des résines basée sur un groupe moléculaire où un atome d'oxygène formant un pont entre deux atomes de carbone.

Estèque : Outil formant le calibre en zinc, en bois, en plastique ou en ardoise.

Ester : Nom générique des composés résultant de l’action d’un oxacide sur un alcool, avec élimination d’eau.

Exsudation : L’exsudation; l'évasion lente des liquides des vaisseaux sanguins par des pores ou des coupures dans les membranes de cellules.

F

Feldspath : Se sont des silicates alumino-alcalin ou alumino-terreux.

Fondant : Pour les pâtes, il s’agit de matières fusibles agissant fortement sur la fusion du silicate. Pour les glaçures, se sont des matières vitrifiables que l’on ajoute aux oxydes colorants ou aux métaux pour les faire adhérer sur leurs supports.

G

Girelle : Outil permettant de tourner l’objet.

Glaçure : Enduit vitreux, transparent, généralement plombifère, posé en assez forte épaisseur sur une pâte tendre ou une faïence.

Grand feu : Décoration cuite en même temps que l’émail ou dans un cycle de cuisson identique. En faïence ce type de décor peut être posé sur émail cru, sur biscuit avant émaillage ou sur émail cuit devant subir à nouveau un cycle de cuisson émail.

H

Humidité relative : C'est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans une particule d'air.

Hydrocarbonée : Molécule qui contient de l’hydrogène et du carbone.

Hydrocarbure aromatique : C’est un composé aromatique à la présence dans la molécule d’au moins un cycle d’atomes de carbone du type du benzène.

I

Indice de réfraction : L’indice de réfraction d’une substance est le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide, à celle de la lumière dans la substance considérée.

K

Kaolin : argile blanche, plastique, qui provient de la décomposition de plusieurs silicates alumineux, principalement du feldspath, des granites, des pegmatites, des porphyres, du gneiss et des trachytes.

M

Macromoléculaire tridimensionnelle : Molécule géante, constituée par l'union de milliers, voire de centaines de milliers, d'atomes unis par des liaisons de valence primaires.
Mercure : Métal blanc très brillant, liquide à la température ordinaire et se solidifiant à 39°C, utilisé dans la construction d'appareils de physique, pour l'étamage des glaces et en médecine.
Méthacrylate : Ester de l'acide méthacrylique.
Mousseline : Tissu peu serré, léger, souple et transparent.

O

Oxydation : Combinaison avec l'oxygène et, plus généralement, réaction dans laquelle un atome ou un ion perd des électrons.
Oxyde de chrome : Oxyde colorant donnant à basse température (vers 950°C) des jaunes, des rouges, des rouges orangés, des roses, des bruns rouge, des bruns, des verts. A haute température, il donne des roses, des bleu-vert, un vert émeraude.
Oxyde de cobalt : Il sert à décolorer les argiles et à préparer des colorants bleus, verts, roses ou violets.
Oxyde d'étain : Il utilisé comme opacifiant dans les glaçures stannifères. Il entre dans la composition des stannates de chrome pour donner des rouges et des violets, et des stannates d'or pour donner le pourpre de cassius.
Oxyde de fer : C'est le colorant le plus naturel. La coloration des argiles est tributaire du pourcentage d'oxyde de fer dans leur composition.

P

Pegmatite : Groupe de roches à grandes cristallisations, composé de quartz, de feldspath, de micas blancs, quelquefois de micas noirs, de tourmaline, de topaze.

Peroxyde de benzoyle : Le peroxyde de benzoyle est un composé chimique de la famille des peroxydes organiques. Il consiste en deux groupes benzoyle (benzaldéhyde auquel on a ôté le H du CHO) reliés par un groupe peroxyde. C'est un initiateur de radicaux très utilisé en chimie organique.

Petit feu : Technique de décor fixé à basse température (800°C) sur émail cuit.

Petuntse : Vient du chinois Pai-Tun-Tzu (briquette) terme rapporté par les missionnaires jésuites au XVIIIe siècle. En Chine, pâte à porcelaine dure constituée d’une roche feldspathique broyée avec du kaolin.

Phénol : Dérivé oxygéné du benzène, présent dans le goudron de houille et utilisé comme désinfectant ainsi que dans l’industrie des colorants, des matières plastiques, des médicaments, des explosifs, etc. ; tout composé analogue à ce dérivé. Formule C6H5OH.

Point de vitrification : Degré de température auquel une argile cesse d’être poreuse par vitrification externe ou interne de la pâte. Approximativement : pour les grès : 1250° à 1380°C, pour les porcelaines dures : 138° à 1450°C.

Polyaddition : Comme la polycondensation, elle concerne des fonctions différentes de C=C mais conduit à un seul composé à partir de deux réactifs (résines époxydiques).

Polyamine : Les polyamines sont les composés organiques ayant des groupes aminés.

Polyester : Matériau synthétique résultant de la condensation de polyacides avec certains alcools.

Polymère : Macromolécule résultant habituellement de l’enchaînement sur lui-même d’un monomère.

Polymérisation : La polymérisation est l'opération par laquelle les monomères s'assemblent. Elle peut être accélérée par un catalyseur polymérisant soit par un apport de certains éléments (tel l'oxygène, "siccatif" des huiles insaturées) autorisant l'association des monomères, soit par un réchauffement, etc.

Polysaccharidique : Se sont des hydrates de carbone qui se révèlent assez complexes. Ce sont des polymères formés d'un certain nombre de monosaccharides.

Porcelaine : Produit céramique à pâte fine, translucide, vitrifiée, recouvert d’une glaçure incolore.

Porcelaine dure : Mélange de kaolin, de feldspath et de quartz qui se vitrifie et devient translucide au cours d’une cuisson à une température de 1350°-1400°C.

Pourpre de Cassius : Précipité pourpre résultant de la réduction d'un sel d'or par un mélange de chlorure stanneux et de chlorure stannique et observé pour la première fois par Cassius, chimiste allemand (1640-16473), d'où son nom.

Q

Quartz : Cristaux de silice normaux, stables à froid. Porté au rouge, le quartz se transforme en tridymite puis en cristobalite, éteint dans l'eau, puis pulvérisé.

Quinacridonique : Pigments organiques par excellence, tous les quinacridones sont caractérisés sur une paire de groupements intercalaires O-HN au sein d'un ensemble énantiomérique important.

R

Réduction : Réaction dans laquelle une partie de son oxygène est enlevée à un corps ou, plus généralement, dans laquelle un atome ou un ion gagne des électrons.

S

Silicium : Ce métalloïde très proche du carbone, obtenu par chauffage du quartz à plus de 1000°C sur un lit de charbon, est utilisé cru comme agent réducteur dans les émaux, même en cuisson oxydante. Son point de fusion, sous forme cristallisée, est aux alentours de 1400°C.

Solvant : Substance capable de dissoudre un corps et qui sert généralement de diluant ou de dégraissant.

Stannate : Nom générique des sels dérivés de l'étain.

Sulforésinate d'or : Liquide brunâtre.

T

Température de transition vitreuse :

Thermodurcissable : Qui possède la propriété de durcir au-dessus d'une température donnée et de ne pouvoir reprendre sa forme primitive de manière réversible.

Thermoplastique : Qui se ramollit sous l'action de la chaleur et se durcit en se refroidissant de manière réversible.

Tesson : Morceau de céramique.

Thixotropie : Propriété physique de certaines substances brutes comme la colle de peau de lapin et les gélatines et de certains produits manufacturés (médiums à peindre comme les médiums-gels flamand et vénitien). La thixotropie concerne certains états de certaines matières.

Trioxyde de chrome : trois molécules de chrome.

V

Viscosité : Résistance dynamique due aux interactions entre les diverses molécules d'un fluide soumis à une force tendant à déplacer ces molécules les unes par rapport aux autres.

BIBLIOGRAPHIE

BESSE Xavier, *La Chine des porcelaines*, Edition de la Réunion des musées nationaux, Paris 2004.

BEURDELEY Michel, *Porcelaine de la compagnie des indes*, Office du livre, 1962

BLANCHON Flora, *Histoire de Chine*, Lectures en Sorbonne, édition Presses de l'Université de Paris Sorbonne, septembre 1990.

CHAVARRIA Joaquim, *L'émaillage*, Edition Gründ, 2000, Paris.

CULAS Michel, *Grammaire de l'objet chinois*, édition de l'amateur, 1997.

DE COOL Delphine, *Traité de peinture vitrifiable sur porcelaines dure et tendre*, Edition E.Dentu, 1890 Paris.

DESROCHE J.Paul, *Chine, poterie biscuit grès*, L'ABC du collectionneur, Paris, 1976.

DESSAGNE René, *Histoire de la porcelaine de Limoges*, Edition Terres Vivantes, Paris, 1987.

DU BOULAY Anthony, *La porcelaine chinoise*, Edition Hachette, 1965.

FRANCHET Louis, *Fabrication industrielle des émaux et couleurs céramiques*, Revue des matériaux des constructions, Paris, 1911.

HAHN-WOERNLE Brigitte, *Porcelaine chinoise*, édition Princesse, 1966.

HAUSSONNE Maurice, *Technologie céramique générale, Faïence-grès-porcelaines*, Volume 1, J.-B. BAILLIERE & FILS-EDITEURS, 1969.

HILDEBRAND Joachim, *Prestige du Passé CHINE*, Verlagsgesellschaft, Novembre 1987

LION-GOLDSCHMIDT Daisy, *Les poteries et porcelaines chinoises*, Presse Universitaires de France, 1957.

LI ZHIYAN et CHENG WEN, *La céramique chinoise*, Editions en langues étrangères, 1984, Chine.

MAHIEU Etienne, *Chimie pour le restaurateur d’œuvres d’art*, Edition Art conservation, Collection Art Restorers Association, 1994.

MAHIEU Jean, *La porcelaine de Sèvres,* Edition Chêne/hachettes, 1982.

PETIT et VALOT, *Glossaire des peintures et vernis*.

PICARD.R, KERNEIS.JP, BRUNEAU.Y, *Les compagnies des Indes, Route de la Porcelaine*, Edition Arthaud, 1966 France.

SITU Shuang, *L’influence de la chine sur la décoration et l’iconographie en France aux XVIIe et XVIIIe siècles*, Sonir, 1999.

VAN GOIDSENHOVEN Jacques, *La famille rose*, Laconti.

VAN LITH Jean-Paul, *Céramique dictionnaire encyclopédique*, Les éditions de l’amateur, 2000.

VANDENBEUCK Benoît, cours au lycée du Gué-à-tresmes (77) de 1999 à 2003.

Sites Internet

http://www.chez.com
http://www.ulb.ac.be/sciences/cudec/or.html
http://www.sears.ca/f/info/jewellery/jewellery_sizing.html
http://discipline.free.fr/acrylique.htm
http://www.dotapea.com
http://fr.wikipedia.org
http://www.periodictableonline.org
http://.photo.rmn.fr/

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
1		Croquis du bol.	Croquis de Mlle Swartvagher
2		Avant restauration.	Photographie de Mlle Swartvagher
3		Lacunes	Photographie de Mlle Swartvagher
4		Coupe longitudinale de four « en forme de petit pain arrondi » mantouyao.	Trésors du Musée national du Palais, Taipei, Mémoire d'Empire Octobre 1998
5		Coupe longitudinale de four « dragon » (*Longvao*).	Trésors du Musée national du Palais, Taipei, Mémoire d'Empire Octobre 1998
6		Four « en forme d'œuf » utilisé à Jingdezhen à partir de la fin du XVIe siècle.	Trésors du Musée national du Palais, Taipei, Mémoire d'Empire Octobre 1998.

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
7		Couleur rouge du bol.	Photographie de Mlle Swartvagher
8		Poudre d'oxyde de fer.	CHAVARRIA Joaquim, L'émaillage, Edition Gründ, 2000, Paris.
9		Couleur rose du bol.	Photographie de Mlle Swartvagher
10		Couleur violette du bol.	Photographie de Mlle Swartvagher
11		Poudre de dioxyde de manganèse.	CHAVARRIA Joaquim, L'émaillage, Edition Gründ, 2000, Paris.
12		Couleur bleue du bol.	Photographie de Mlle Swartvagher
13		Poudre d'oxyde cobalt.	CHAVARRIA Joaquim, L'émaillage, Edition Gründ, 2000, Paris.
14		Différents verts du bol.	Photographies de Mlle Swartvagher
15		Poudre d'oxyde de chrome.	CHAVARRIA Joaquim, L'émaillage, Edition Gründ, 2000, Paris.
16		Poudre d'oxyde de cuivre.	CHAVARRIA Joaquim, L'émaillage, Edition Gründ, 2000, Paris.
17		Oxyde de manganèse sur les branches du bouquet central.	Photographie de Mlle Swartvagher

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
18		Poudre de dioxyde de manganèse.	CHAVARRIA Joaquim, L'émaillage, Edition Gründ, 2000, Paris.
19		Echantillon de la couleur brune.	Photographie de Mlle Swartvagher
20		Echantillon de gris.	Photographie de Mlle Swartvagher
21		Couleur noire du bol.	Photographie de Mlle Swartvagher
22		Eraflure du décor.	Photographie de Mlle Swartvagher
23		Tressaillage.	Photographie de Mlle Swartvagher
24		Deux trous d'épingle se trouvant au centre du bol.	Photographie de Mlle Swartvagher
25		Bol à punch en porcelaine dure. 1740 Chine.	Musée de Sèvres.
26		Bol à punch en porcelaine dure. 1740 Chine.	http://.photo.rmn.fr/
27		La frise.	Photographie de Mlle Swartvagher
28		Théière de style mandarin.	VAN GOIDSENHOVEN Jacques, *La famille rose*, Laconti.
29		Agrandissement de la théière.	VAN GOIDSENHOVEN Jacques, *La famille rose*, Laconti.

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
30		La composition florale.	Photographie de Mlle Swartvagher
31		Bol à punch en porcelaine fine, d'exportation. Il date de 1760, plus exactement de la famille rose, sous le règne Qianlong. Il mesure 6 pouces de hauteur et 14 pouces de diamètre.	http://.photo.rmn.fr/
32		Tasse et soucoupe en coquille d'œuf. Décor Ma Kou et son buffle. Epoque Yong Tcheng.	VAN GOIDSENHOVEN Jacques, *La famille rose*, Laconti.
33		Agrandissement de la soucoupe.	VAN GOIDSENHOVEN Jacques, *La famille rose*, Laconti.
34		Les deux hommes.	Photographie de Mlle Swartvagher

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
35		La jeune femme.	Photographie de Mlle Swartvagher
36		Jeune homme à la tunique rose.	Photographie de Mlle Swartvagher
37		La maîtresse de maison.	Photographie de Mlle Swartvagher
38		Croquis de la scène de l'accueil des invités.	Croquis de l'objet.
39		La scène du coq à la libellule.	Photographie de Mlle Swartvagher
40		La scène de l'arbre.	Photographie de Mlle Swartvagher
41		Jeune homme aux criquets.	Photographie de Mlle Swartvagher
42		Jeune femme à la tunique rose.	Photographie de Mlle Swartvagher
43		Jeune homme et jeune femme.	Photographie de Mlle Swartvagher
44		Jeune homme à la tunique rose.	Photographie de Mlle Swartvagher

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
45		Croquis de la scène du grillon.	Croquis de l'objet.
46		La scène du coq au criquet.	Photographie de Mlle Swartvagher
47		La scène de l'arbre.	Photographie de Mlle Swartvagher
48		Le fond	Photographie de Mlle Swartvagher
49		Le champignon magique sur le bol à punch	Photographie de Mlle Swartvagher
50		. Croquis d'une pivoine simple.	Photographie de Mlle Swartvagher
51		Le coq illustré sur l'objet.	Photographie de Mlle Swartvagher
52		Ce criquet a été peint sur le bol.	Photographie de Mlle Swartvagher.
53		Criquet noir sur sa cage de fibres tressées.	CULAS Michel, Grammaire de l'objet chinois, édition de l'amateur, 1997.
54		Un « arbre sonore » de cage à criquet.	CULAS Michel, Grammaire de l'objet chinois, édition de l'amateur, 1997.
55		Un vendeur de grillon dans les rues de Pékin.	http://perso.wanadoo.fr/grillons/

Numéro d’illustration	Illustrations	Titre	Sources
56		Grillon peint sur la pièce.	Photographie de Mlle Swartvagher
57		L’empereur Qianlong recevant les chevaux offerts en tribut par les Qazaq. Peint par le Père Castiglione, en 1757. Couleurs sur soie. Paris, musée Guimet.	BEURDELEY Michel, *Porcelaine de la compagnie des indes*, Office du livre, 1962
58		*Le Jardin grand comme un grain de moutarde*. Estampe en couleurs, XVIIe siècle, Paris, musée Guimet.	BEURDELEY Michel, *Porcelaine de la compagnie des indes*, Office du livre, 1962
59		Assiette en coquille d’œuf. Femme jouant avec ses enfants.	PICARD.R, KERNEIS.JP, BRUNEAU.Y, *Les compagnies des Indes, Route de la Porcelaine*, Edition Arthaud, 1966 France.
60		Vase de forme bouteille. Petit chinois jouant avec un chien. Style Kou Yue Siuan Epoque Kien Long.	PICARD.R, KERNEIS.JP, BRUNEAU.Y, *Les compagnies des Indes, Route de la Porcelaine*, Edition Arthaud, 1966 France.
61		Vase au décor aux mille fleurs. Epoque Kien Long.	PICARD.R, KERNEIS.JP, BRUNEAU.Y, *Les compagnies des Indes, Route de la Porcelaine*, Edition Arthaud, 1966 France.
62		Signature de la dynastie.	LI ZHIYAN et CHENG WEN, *La céramique chinoise*, Editions en langues étrangères, 1984, Chine.

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
63		Marque sigillaire de la dynastie.	LI ZHIYAN et CHENG WEN, *La céramique chinoise*, Editions en langues étrangères, 1984, Chine.
64		Théière de style mandarin. Scène galante. Epoque Kien-Long.	BEURDELEY Michel, *Porcelaine de la compagnie des indes*, Office du livre, 1962
65		Plat d'influence européenne. Décor aux patineurs, d'après Brauwer Adrien. Epoque Kien Long.	PICARD.R, KERNEIS.JP, BRUNEAU.Y, *Les compagnies des Indes, Route de la Porcelaine*, Edition Arthaud, 1966 France.
66		Crasse de surface.	Photographie de Mlle Swartvagher
67		Ebréchure sur la lèvre.	Photographie de Mlle Swartvagher
68		Eraflures sur la panse.	Photographie de Mlle Swartvagher
69		Rayures sur l'extérieure.	Photographie de Mlle Swartvagher
70		Manque.	Photographie de Mlle Swartvagher
71		Tressaillage.	Photographie de Mlle Swartvagher
72		Le filet est partiellement usé sur le bord extérieur.	Photographie de Mlle Swartvagher

Numéro d’illustration	Illustrations	Titre	Sources
73		Photographie des cassures à l’intérieur.	Photographie de Mlle Swartvagher
74		Photographie des cassures sur le pied.	Photographie de Mlle Swartvagher
75		Fêles	Photographie de Mlle Swartvagher
76		Manque.	Photographie de Mlle Swartvagher
77	CH3 –C -CH3 | O	Formule semi-dévelloppée de l’acétone.	Croquis de Mlle Swartvagher
78		Introduction d’eau chaude.	Photographie de Mlle Swartvagher
79		Décapeur thermique.	Photographie de Mlle Swartvagher
80		Bain d’acétone.	Photographie de Mlle Swartvagher
81		Bain d’eau bouillante.	Photographie de Mlle Swartvagher

Numéro d’illustration	Illustrations	Titre	Sources
82		Morceaux après décollage.	Photographie de Mlle Swartvagher
83		Echelle de puissance des méthodes de nettoyage.	Croquis de Mlle Swartvagher
84	O H Õ+ Õ-	Molécule de l’eau (H_2O).	Croquis de Mlle Swartvagher
85		Schéma de l’action de dissolution d’une molécule d’eau sur un composé ionique.	Croquis de Mlle Swartvagher
86		Formule chimique d’une molécule de savon.	Croquis de Mlle Swartvagher
87	Partie hydrophile* Partie hydrophobe*	Représentation schématique d‘une molécule de savon.	Croquis de Mlle Swartvagher
88		Schéma d’une poussière adhérant à la porcelaine avant l’utilisation d’un savon.	Croquis de Mlle Swartvagher
89		Schéma représentant les acides gras du savon se liant avec les graisses.	Croquis de Mlle Swartvagher

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
90		Schéma de l'élimination de la poussière par l'action des molécules d'eau.	Croquis de Mlle Swartvagher
91	CH3 —— C —— CH3 | O	Formule semi-dévelloppée de l'acétone.	Croquis de Mlle Swartvagher
92		Nettoyage des tessons.	Photographie de Mlle Swartvagher
93		Tranche de tesson nettoyé.	Photographie de Mlle Swartvagher
94		Nettoyage des fêles.	Photographie de Mlle Swartvagher
95		Collage en cours.	Photographie de Mlle Swartvagher
96		Infiltration de la colle.	Photographie de Mlle Swartvagher
97		Après collage.	Photographie de Mlle Swartvagher

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
98		Après collage.	Photographie de Mlle Swartvagher
99		Après collage.	Photographie de Mlle Swartvagher
100		Mastic avant ponçage.	Photographie de Mlle Swartvagher
101		Mastic avant ponçage.	Photographie de Mlle Swartvagher
102		Après restauration.	Photographie de Mlle Swartvagher

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
103		Application de la couleur de fond à l'aérographe.	Photographie de Mlle Swartvagher
104		Masque mortuaire de Toutankhamon.	Musée du Caire.
105		Epreuve Chromolithographique*.	Croquis de Mr Vandenbeuck
106		Pose de l'épreuve sur la pièce à incruster.	Croquis de Mr Vandenbeuck
107		Badigeonne complet des pièces au bitume.	Croquis de Mr Vandenbeuck
108		Attaque de l'acide fluorhydrique.	Croquis de Mr Vandenbeuck

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
109		Effet de l'attaque à l'acide.	Croquis de Mr Vandenbeuck
110		Nettoyage de l'objet gravé.	Croquis de Mr Vandenbeuck
111		Dégraissage au feu de l'objet.	Croquis de Mr Vandenbeuck
112		Pose de l'or aux endroits voulus.	Croquis de Mr Vandenbeuck
113		Après cuisson, brunissage des parties en relief.	Croquis de Mr Vandenbeuck
114		Gravure au burin pour gravée.	DE COOL Delphine, *Traité de peinture vitrifiable sur porcelaines dure et tendre*, Edition E.Dentu, 1890 Paris.
115		La pâte d'or est comprimée sur la plaque une frise d'impression à l'or.	DE COOL Delphine, *Traité de peinture vitrifiable sur porcelaines dure et tendre*, Edition E.Dentu, 1890 Paris.
116		Tirage de l'épreuve en pâte d'or.	DE COOL Delphine, *Traité de peinture vitrifiable sur porcelaines dure et tendre*, Edition E.Dentu, 1890 Paris.
117		Schéma de la réflexion de la lumière sur une surface lisse.	Croquis de Mlle Swartvagher.

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
118		Schéma de la réflexion de la lumière sur une surface irrégulière.	Croquis de Mlle Swartvagher.
119		Maquette de l'assiette.	Croquis de Mlle Swartvagher.
120		Inscription des tests.	Photographie de Mlle Swartvagher.
121		Assiette avant la cuisson.	Photographie de Mlle Swartvagher.
122		Courbe de cuisson de petit feu.	Croquis de Mlle Swartvagher
123		Assiette à la sortie du four.	Photographie de Mlle Swartvagher.
124		Pose du vernis à réserve.	Photographie de Mlle Swartvagher.
125		Assiette prête à aller au four.	Photographie de Mlle Swartvagher.
126		Courbe de cuisson de l'or.	Croquis de Mlle Swartvagher

Numéro d'illustration	Illustrations	Titre	Sources
127		Assiette à la sortie du four.	Photographie de Mlle Swartvagher.
128		Assiette à la sortie du four.	Photographie de Mlle Swartvagher.
129		Assiette à la sortie du four.	Photographie de Mlle Swartvagher.
130		Principe de l'électrolyse.	Croquis de Mlle Swartvagher
131		Schéma de l'installation électrolytique.	Croquis de Mlle Swartvagher
132		Exsudat d'un acacia.	http://fr.wikipedia.org
133		Gomme arabique.	http://fr.wikipedia.org

ANNEXE 1 : CHRONOLOGIE COMPARATIVE CHINOISE.[18]

DATES	CHINE	CIVILISATION	FRANCE
5000-2000 av. J.-C.		Âge néolithique, culture de Yangshao, culture de Longshan.	
2205-1767 av. J.-C.	Dynastie des Xia fondée par le légendaire Yu-le-Grand		
1766-1122 av. J.-C.	Dynastie des Shang (ou Yin)	1600 âge du bronze. Inscription sur des os d'animaux et écailles de tortues. Invention du pinceau. Connaissance du calendrier.	
1100-770 av. J.-C.	Dynastie des Zhou de l'Ouest (capitale Xi'an)		
770-475 av. J.-C.	Époque des Printemps et Automnes (Zhou de l'Est)	700 : Laozi fonde le taoïsme 560 : Sâkyamuni fonde le bouddhisme 551-478 : Confucius.	
475-221 av. J.-C.	Époque des Royaumes Combattants (Zhou de l'Est)	400 : âge du fer. Découverte de l'aimant.	
221-207 av. J.-C.	Dynastie des Qin (unification de l'Empire)	Qin Shihuang brûle les livres, construit la Muraille, normalise l'écriture et fait enfouir une armée d'argile à Xi'an.	
206 av. J.-C. – 24 ap. J.-C.	Dynastie des Han de l'Ouest	Découverte de la porcelaine. Échanges avec l'Asie centrale. Examens administratifs.	
25-220	Dynastie des Han de l'Est	Papier, sismographe, magnétisme (char et cuillère aimantés).	Gaule romaine (58-51 av. J.-C.)
220-280	Les Trois Royaumes (Wei, Wu et Shu)		
265-316	Dynastie des Jin		
316-580	Les Seize Royaumes du Nord et les Cinq Dynasties du Sud		Mérovingiens (428-743) : Clovis (487)
581-618	Dynastie des Sui	Découverte de la poudre explosive.	
618-907	Empire des Tang	Route de la soie rétablie. Commerce et industrie prospères. Arts et poésie. Papier monnaie en usage. Gravure sur pierre des Classiques.	Carolingiens : Charlemagne (768-814)
907-960	Les Cinq Dynasties et Dix Royaumes		
960-1127	Dynastie des Song du Nord	Céramiques céladons. Caractères d'imprimerie mobiles.	Capétiens (987-1328)
1126-1234	Dynastie des Jin	Boussoles. Premier aménagement du Palais d'Été à Pékin.	Philippe Auguste (1180-1223)
1127-1279	Dynastie des Song du Sud	Guillaume de Rubroek, envoyé par saint Louis, rencontre le Grand Khan en 1254.	Louis IX (saint Louis)
1271-1368	Dynastie (mongole) des Yuan	Céramiques bleues et rouges. Marco Polo aurait séjourné en Chine (1275-1292).	Philippe le Bel Philippe VI Jean le Bon

[18] CULAS Michel, Grammaire de l'objet chinois, édition de l'amateur, 1997.

DATES	CHINE	CIVILISATION	FRANCE
1368-1644	Dynastie (chinoise) des Ming	La Chine ferme ses frontières. Pékin devient la capitale. Grande Muraille restaurée et prolongée. Construction du palais d'Été. Renouveau social, économique et culturel jusqu'en 1521. Macao cédé aux Portugais. 1583 : arrivée des Hollandais et des Jésuites. 1637 : arrivée des Anglais.	Charles V Louis XI François Ier Henri III, Henri IV Louis XIII
1644-1912	Dynastie (mandchoue) des Qing	1683 : conquête de Formose. 1720 : les Chinois au Tibet. 1757 : Canton seul port de commerce autorisé pour les étrangers. 1793 : ambassade de Lord Mac Cartney. 1839 : première Guerre de l'opium ; rébellion des Taïping. 1860 : sac du palais d'Été par une expédition anglo-française. 1883 : guerre avec la France qui établit un protectorat au Tonkin et Annam. 1900 : révolte des Boxers et intervention internationale. 1912 : proclamation de la République par Sun Yat Sen (Sun Wen ou Sun Zhongshan) à Nankin.	Louis XIV Louis XV Louis XVI Louis-Philippe Napoléon III Troisième République
1912-1949	La République en danger : guerres civiles et guerre sino-japonaise (1931-1945)	1912 : abdication du dernier empereur des Qing, Xuantong (Puyi) ; adoption du calendrier grégorien. 1915 : Sun Yat Sen cède le pouvoir au maréchal Yuan Shikai qui se fait proclamer empereur. 175 000 ouvriers chinois sont envoyés en France au titre de l'effort de guerre. 1925 : Tchang Kaïchek (Jiang Jieshi) prend la direction du Guomindang. 1934-1935 : « Longue marche » dirigée par Mao Tsé Toung (Mao Zedong, 1893-1976). 1er octobre 1949 : Mao proclame la République Populaire de Chine et Tchang Kaïchek trouve refuge à Taiwan.	Première Guerre mondiale Deuxième Guerre mondiale Président Vincent Auriol

ANNEX 2 : DYSNASTIE DES QING (1644-1912) [19]

10 EMPEREURS

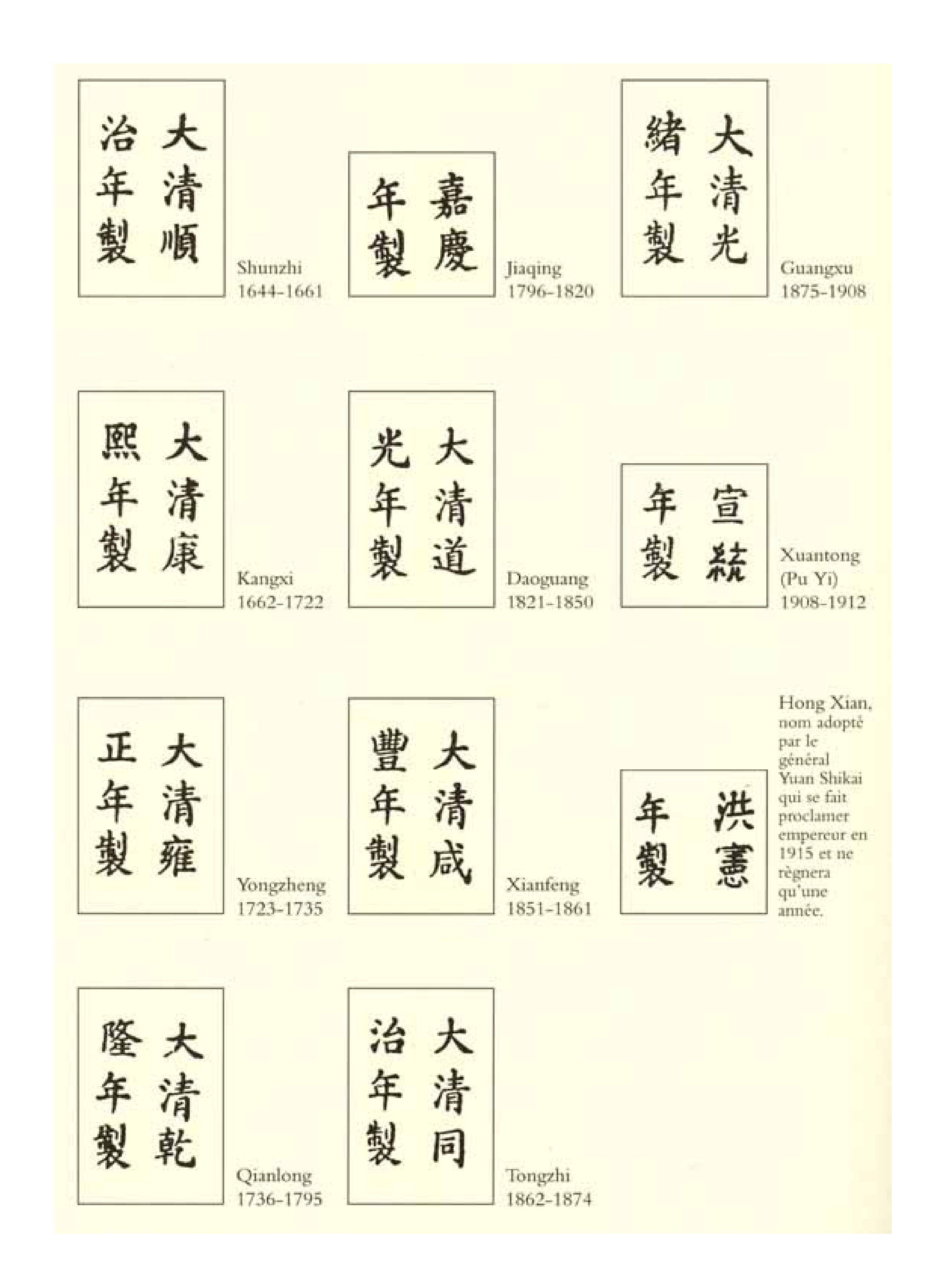
CAPITALE : PEKIN

Nom dynastique	Années de règne	Nom d'ère *(nianhao)*	Année de *nianhao*	Nom posthume
Shizu	1644-1661	Shunzhi	1644-1662	Zhang Huangdi
Shengzu	1662-1722	Kangxi	1662-1723	Ren Huangdi
Shizhong	1723-1735	Yongzheng	1723-1736	Xian Huangdi
Gaozong	1736-1795	Qianlong	1736-1796	Chun Huangdi
Renzong	1796-1820	Jiaqing	1796-1821	Rui Huangdi
Xuanzong	1821-1850	Daoguang	1821-1851	Cheng Huangdi
Wenzong[1]	1851-1861	Xianfeng	1851-1862	Xian Huangdi
Muzong	1862-1874	Tongzhi	1862-1875	Yi Huangdi
Dezong	1875-1908	Guangxu	1875-1909	Jing Huangdi
Xun Di	1908-1912	Xuantong[2]	1909-1912	Nom privé : Puyi[3]

Nian signifie l'année, et *hao* correspond à l'appellation de l'ère.

[19] CULAS Michel, Grammaire de l'objet chinois, édition de l'amateur, 1997.

ANNEXE 3 : MARQUES DE REGNE DE LA DYNASTIE DES QING.[20]



[20] CULAS Michel, Grammaire de l’objet chinois, édition de l’amateur, 1997.

ANNEXE 4 : CARTE DES MANUFACTURES LES PLUS IMPORTANTES DE CHINE.[21]



[21] La grammaire des styles, La chine.

ANNEXE 5 : LE GRILLON.

Le grillon est sauteur, à ailes antérieures durcies (élytres) et à longues antennes filiformes. Il est très populaire pour son chant. D’après les spécialistes chinois, il existerait une soixantaine d’espèces de combattants, de formes et de couleurs différentes. Seuls les mâles chantent.

Voici les grillons les plus connus en chine :

- *gryllus mitratus Burmeister :* il est de couleur noir foncé. On le trouve dans la région de Pékin et de Suzhou. Il est réputé pour les combats et son chant. Dans certaines régions comme Shandong, les paysans le donnent à manger aux oiseaux.

- *homeogryllus japonicus Haan :* il est très connu sous le nom de « clochette d’or ».

- *gryllus testaceus Walker :* sa couleur est jaune brun foncé ; il est plus grand que le précédent.

- *teleogryllus infernalis Saussure :* il habite dans la province du Gansu. Il est caractérisé par des pattes noires et des mandibules* rouges.

- *loxoblemnus doenitzi Stein :* ce grillon a la tête plate et il est de couleur brun foncé à noir.

- *loxoblemmus arietulus Saussure :* la tête de celui-ci est plate, mais plus petit que le précédent. Sa couleur est noire.

- *scapsipedes aspersus Walker :* celui-ci a une longue mâchoire, un petit corps, et une voix très aigue.

- *scapsipedes micado Saussure :* ce grillon a un caractère très agressif.

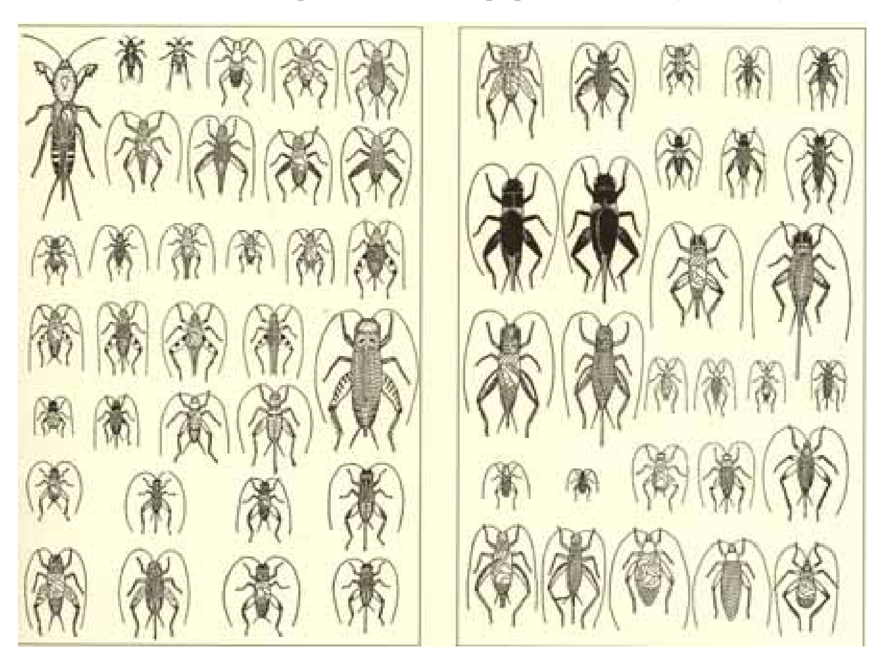


Fig. Planches des soixante espèces de grillons combattants.

Dans les provinces du nord, les combats les plus réputés sont à Shandong et Hebei. Dans le sud, se sont dans les régions de Shanghai, Jiangsu, Zhejiang, Anhui et Canton.
Les Chinois apprécient cet insecte parce qu'ils suit les trois âges de la vie (enfance, adulte, et vieillesse), mais surtout pour son chant joyeux.
Sous la période Ming (1368-1644), dans le nord de la Chine, on plaçait des bougies allumées devant leur trou. Le grillon était attiré par la lumière. Il sautait dans une boîte-piège prévue pour le capturer.

Dans le sud, on plaçait des braises rouges dans un petit récipient. On versait ensuite de l'eau dans leurs trous. Les chasseurs étaient munis de petits paniers tressés en forme de nasse.
Il existait des écuries de grillons. Elles étaient réservées aux personnages influents, parce qu'il fallait un personnel et un outillage particulier. Cette tradition existe encore aujourd'hui parmi les gens du peuple. Ils vendent les animaux au marché aux oiseaux où un espace leur est consacré.





Fig. Etalage de grillons au marché. Fig. Grillon dans sa cage.

Il existe une grande gamme d'outils pour ces petits insectes :

- Les boîtes à grillons :

C'est l'instrument le plus répandu et le plus ancien. Cette boîte est un fruit de la famille des cucurbitacées. Le fruit pousse dans un moule en plâtre. Sur les parois intérieures du moule, sont sculptés des motifs. En grossissant, le fruit épouse la paroi du moule ainsi que les motifs gravés. Après le séchage, on obtient une forme oblongue décorée en relief. A l'intérieur, les parois sont tapissées d'une matière blanche collante à laquelle adhère du sable fin. Les parois sont plus agréables pour les grillons. Le couvercle est fait dans une autre matière, (de l'ivoire, du bois précieux ou du jade). Le couvercle est ajouré pour pouvoir laisser passer l'air.
Il est fréquent que cet objet soit porté sur la poitrine ou bien à la ceinture.
Il arrive parfois, (l'hiver), que des propriétaires entourent d'un fil de laine ces petites boîtes.

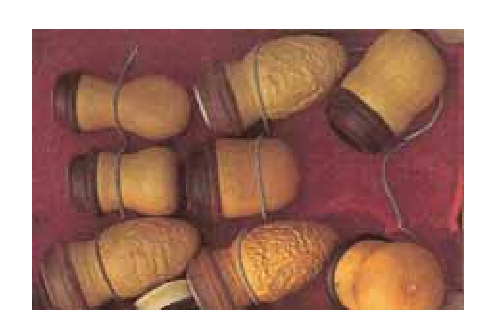






Fig. Différentes boîtes à grillon.

- Les boîtes à grillons en porcelaine :

Elles étaient de forme cylindrique ou de losange avec un couvercle percé de trous. Elles étaient destinées à un environnement aristocratique. Ces boîtes ont été produites sous les Qing (1644-1911), avec des motifs floraux ou animaliers, parfois en blanc.



Fig. Trois cages en porcelaine.



Fig. Evolution des formes de boîtes à grillons en argile ou porcelaine de la dynastie des Song aux Qing.

- Les pots à grillons :

Ils sont généralement cylindriques avec un couvercle. Les pots sont fabriqués en terre cuite rouge, noire ou grise, rarement en porcelaine. Leur fonction était d'élever et de transporter les insectes. La paroi est décorée de scènes mythologiques.

- Les cages pour grillons :

Elles ressemblent beaucoup aux cages à oiseaux, mais elles se caractérisent par la finesse du travail. Les cages possèdent une porte à potence qui coulisse du haut vers le bas. Sur les toits est marqué une inscription *ge you suo le*, se qui signifie « chacun à sa raison de se réjouir ». Ces structures mesurent entre 5 cm à 10 cm, leur forme est hexagonale, cylindrique ou cubique. Elles sont fabriquées en bois de bambou laqué, en ivoire, ou en argent.



Fig. Cage en métal.



Fig. Cage en ivoire.



Fig. Cage en bambou

- Les échangeurs :

Cet outil est utilisé lors des combats de grillons. Ce sont des petits tunnels d'argile grise[22] utilisés comme chambre de rencontre. En fait, c'est une chambre nuptiale qu'on offre au mâle et à la femelle à la saison des amours.

- Les pinces :

Il existe des pinces pour pouvoir apporter la nourriture dans les plats.

- La vaisselle :

On a découvert de la vaisselle de porcelaine décorée de petite taille dans laquelle on y déposait la nourriture à l'aide des pinces.
Ces insectes mangent du riz jaune mélangé à du concombre, des marrons, des haricots préalablement mastiqués et mélangé avec de la perche, des insectes et des larves.


Fig. Vaisselle à grillon.

- Etui de rangement :

Le chant du grillon domestique était et est toujours très apprécié des Chinois.
On raconte que des dames de la cour impériale enfermaient des grillons dans des cages dorées qu'elles plaçaient près de leur lit pour favoriser leur sommeil.
A l'intérieur des étuis, se trouvaient des bâtonnets. Ces derniers, servaient à chatouiller les grillons pour les faire chanter.

[22] C'est une couleur qui n'effraie pas cet animal.



Fig. Etui de rangement des bâtonnets.

La passion des Chinois pour les grillons, viendrait du fait que certains soient aptes naturellement au combat. Les propriétaires faisaient des paris sur ces combats.

De nos jours, les combats existent toujours vers le 15 août même s’ils sont interdits. Les rencontres s’effectuent dans des « arènes » de terre cuite ou de poterie émaillée. C’est une coupe d’une vingtaine de centimètre de diamètre. Les règles ressemblent beaucoup à celles des boxeurs. Ils doivent combattre dans leurs catégories, en fonction de leur poids (léger, moyen, lourd). Les grillons sont marqués d’un point de couleur pour les différencier. Le combat s’achève rarement par la mort mais plutôt par des blessures.

Le quartier des marchands de grillons est un endroit plein d’intérêt pour les amateurs. Les étals offrent à l’acheteur des rangées de petites boîtes où les insectes sont triés. Les prix varient en fonction des qualités ventées et peuvent être astronomiques.

Avec des filets de soies coniques, le peuple n’hésite pas à se divertir à la chasse aux grillons dans leur jardin. On les met ensuite dans des cages accrochées aux portes d’entrées des maisons. Les habitants écoutaient pour leur plus grand plaisir le chant de leurs compagnons.

ANNEXE 7 : SYMBOLIQUE DES COULEURS DANS L’ART CHINOIS.

Blanc :

En chine, pour fêter la naissance d’un enfant, chaque invité présente au nouveau-né des œufs blancs pour lui souhaiter une longue vie.

La couleur blanche peut parfois avoir des connotations négatives. Ainsi, dans le théâtre chinois, les comédiens à visage blanc jouent des rôles d’homme sournois. On les désigne sous le nom de « visage de tofu », car le fromage de soja a une coloration blanche jaunâtre.

Le blanc représente le deuil. Dans de nombreuses régions de Chine, on place sur le mort autant de petits sachets contenant de la chaux qu’il a vécut d’années et l’on dispose autour du corps des fleurs de papier blanc.

Jaune :

La couleur jaune est celle de l’empereur. Associé à la renaissance, elle symbolise le centre de la terre. La tradition l’explique par le fait que l’on considérait comme jaune le sol de la Chine du Nord qui, chaque année, était recouvert de loess par les tempêtes de poussières venues du désert de Gobi. La couleur jaune est devenu emblématique du mythique premier empereur qui réalisa l’unité de la Chine et règne « au milieu du monde ». A partir du VIe siècle avant notre ère, le jaune, couleur de l’honneur, est réservé à l’empereur et aux princes de sang. Synonyme de gloire, de progrès et d’évolution, elle porte aussi bonheur.

La couleur jaune est également associée au bouddhisme, dont les temples sont signalés par des papiers jaunes fixés sur les portes.

Rouge :

La couleur rouge est perçue comme vivifiante, car elle est traditionnellement rapprochée de celle de la grenade, fruit dont les nombreuses graines symbolisent une riche descendance.

Lors de la fête des 12 Sœurs, qui se tient dans la province du Yunnan, au sud-ouest de la Chine, les jeunes filles offrent à leur prétendant leur foulard noué. Si le garçon y trouve deux baguettes rouges, la jeune fille désire faire de lui son époux légitime. Une seule baguette rouge signifie la complicité d’une amitié lui suffit. Enfin la présence d’un piment rouge lui fera comprendre sans ambiguïté qu’il est préférable pour lui de diriger ses ardeurs ailleurs. Toujours dans cette province, une autre fête, celle des fleurs, met en scène la couleur rouge. Pendant 3 jours, garçons et filles de l’ethnie des Miao dansent autour d’un mât en suivant les volutes de l’immense ruban rouge qui y est attaché. Les jeunes filles à marier arborent des bonnets réalisés dans des étoffes de laine rouge. Les femmes mariées, elles, ont perdu avec leur virginité cette coiffe aguichante.

Dans les mariages chinois, la couleur rouge est omniprésente : c'est celle des vêtements des mariés, de la famille et des invités, des papiers qui emballent les cadeaux, des véhicules emmènent le cortège et de l'encre avec laquelle sont calligraphiés les vœux et les textes liés à ces évènements. Elle est signe de joie et de réjouissance.

Dans la tradition taoïste chinoise, le rouge, couleur de sang, appartient également au monde féminin. Un pigment rouge occupe une place prépondérante dans cette culture : le cinabre, un sulfure d'une magnifique teinte rouge sang qui se forme dans les mines de mercure. Ce produit, considéré depuis très longtemps en Chine comme une substance pouvant contrôler les forces de vie, entrait dans ma composition des élixirs d'immortalité. Les taoïstes qualifient l'espace situé sous le plexus solaire - qui joue un grand rôle dans la méditation - de « champ de cinabre » et la partie interne du vagin de « grotte de cinabre ». L'importance du cinabre est encore vivace aujourd'hui à travers la renommé du rouge dans toute la civilisation chinoise. C'est la couleur de la bonne fortune, de la joie et de la fécondité qui se reflète dans les mythes. Celui qui évoque la déesse Chen Jinggu, particulièrement vénérée par les taoïstes, raconte qu'un jour celle-ci parvient dans un paysage enchanté représenté comme un corps de femme. Les teintes vermeilles de la multitude de fleurs qui y poussent représentent la matrice, centre de la femme et abri de l'embryon.

En Chine et en Inde, une ligne de caractères rouges s'insère parfois au milieu d'un texte imprimé à l'encre noire pour protéger le lecteur contre les esprits malfaisants qui pourraient surgir du livre.

Violet :

Dans la civilisation chinoise, les couleurs ont toujours indiqué un rang précis dans la cour, et selon une ancienne et complexe série de corrélations, elles étaient intimement liées à tout un système religieux et philosophique. Le violet semble avoir été ajouté au spectre considéré comme correct à la fin de la dynastie Han, au début du IIIe siècle de notre ère, et a toujours été associé à un haut rang. La couleur violette est également perçue comme l'unité transcendant la dualité du yin et du yang. Dans la peinture, elle symbolise ainsi l'harmonie ultime de l'univers.

Bleu :

La Chine associe, la couleur bleue au tourment. Elle évoque les spectres, peut annoncer la mort et, dans la Chine ancienne, signifie une position sociale élevée mais acquise dans les tracas. Les yeux bleus, qui évoquent les minorités ethniques d'Asie centrale, passent pour laids, et un homme à visage bleu est un fantôme ou un homme de mauvais caractère. Mais on offrait en signe de piété filiale à un père ou une mère très âgés de longs manteaux de soie bleue appelés « vêtements de longévité ».

Vert :

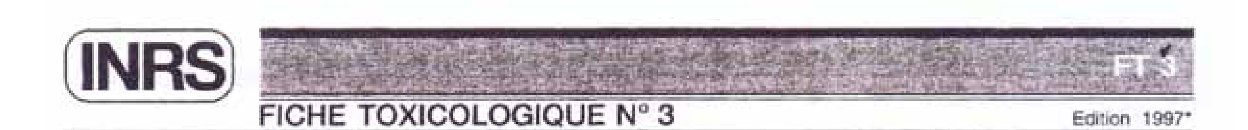
En Chine, rêver de vert est perçu comme un signe d bon augure ; Le dormeur peut compter sur sa vitalité. Mais si la couleur envahit tout le songe, elle signifie qu'il est soumis aux forces sauvages et qu'il se trouve en grand péril. De même, si, parmi les trois dieux du bonheur, celui qui accorde de nombreux enfants est vêtu de vert, une jeune fille verte comme les feuilles d'un saule attire la pitié, l'homme portant un foulard vert sur sa tête est trompé par sa femme, on appelle les prostituées la « famille des lampes vertes » et un pervers un « garçon vert ».

Noir :

La chine associe la couleur noire aux reins, à l'eau, à l'hiver, à la saveur salée du porc et à la direction du nord, figurée par une tortue noire. Le souverain mythique du nord, Zhuanxu, commandait aussi les mers et les vents. Il imposa aux femmes de céder le chemin aux hommes et eut de nombreux enfants qui répandirent la malaria, se cachèrent dans les recoins des maisons et créèrent les furoncles. Lorsque le premier empereur de Chine, Qin Shi Huangdi, renverse la rouge dynastie des Zhou, il élit la couleur noire comme emblème de sa dynastie, car l'eau noire étaient le feu rouge et ce n'est que plusieurs centaines d'années après son arrivée au pouvoir que la dynastie des Han rétablit en 206 av. J.-C. la couleur rouge comme insigne de pouvoir.

La Chine a développé une riche tradition de paysages monochromes où un pigment noir, tiré de la combustion de corne de rhinocéros, a été beaucoup employé. Il permettait de traduire toutes les subtilités d'une perspective évoquée par des dégradés de la couleur noire, la proximité étant rendue par des tons sombres et l'éloignement par des gris de plus en plus clairs . Petits sachets contenant de la chaux qu'il a vécut d'années et l'on dispose autour du corps des fleurs de papier blanc.

ANNEXE 8 : FICHES TECHNIQUES DES PRODUITS UTILISES



INRS

FT 3

FICHE TOXICOLOGIQUE N° 3

Edition 1997*

Acétone

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS

$H_3C - C(=O) - CH_3$

Numéro CAS
N° 67-64-1

Numéros CE
Index N° 606-001-00-8
EINECS N° 200-662-2

Synonyme
Diméthylcétone
2-Propanone



F - Facilement inflammable

ACETONE

R 11	- Facilement inflammable.
S 9	- Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.
S 16	- Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.
S 23	- Ne pas respirer les vapeurs.
S 33	- Eviter l'accumulation de charges électrostatiques.
200-662-2	- Etiquetage CE.

CARACTERISTIQUES

Utilisation

- Solvant (industrie des peintures, vernis, encres et colles).
- Intermédiaire de synthèse.
- Solvant de l'acétylène.

Propriétés physiques [1 à 3]

L'acétone est un liquide incolore, très volatil, d'odeur suave et pénétrante détectable à environ 13 ppm.

Elle est totalement miscible avec l'eau et avec un grand nombre de solvants organiques, notamment l'éthanol, l'oxyde de diéthyle et les esters. D'autre part, c'est un excellent solvant d'un grand nombre de produits organiques et minéraux.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 58,08

Point de fusion : – 94,6 °C

Point d'ébullition : 56,1 °C à la pression atmosphérique

Densité (D_{20}^{20}) : 0,783

Densité de vapeur (air = 1) : 2,0

Tensions de vapeur :
24,7 kPa à 20 °C
54,6 kPa à 40 °C
112,0 kPa à 60 °C
226,6 kPa à 80 °C

Points d'éclair :
– 18 °C en coupelle fermée
– 9,4 °C en coupelle ouverte

Limites d'explosivité en volume % dans l'air :
limite inférieure : 2,15
limite supérieure : 13

Température d'auto-inflammation : 538 °C

Taux d'évaporation (oxyde de diéthyle = 1) : 1,9

Propriétés chimiques [1 à 5]

L'acétone est stable dans les conditions usuelles.

Elle peut réagir vivement avec les agents oxydants puissants comme l'acide chromique, l'acide nitrique chaud, le permanganate de potassium (en milieu alcalin), les mélanges sulfonitriques, les peroxydes, notamment le peroxyde d'hydrogène, etc.

La réaction du *t*-butoxyde de potassium avec une petite quantité d'acétone a donné lieu à une inflammation du solvant.

L'acétone peut aussi réagir violemment avec certains hydrocarbures halogénés (trichlorométhane, tribromométhane...) en présence d'une base forte (par exemple, hydroxyde de sodium ou de potassium).

L'acétone n'est pas corrosive pour les métaux mais attaque certaines matières plastiques.

Récipients de stockage

Le stockage de l'acétone peut s'effectuer dans des récipients en fer, en acier ou en aluminium.

Le verre est également utilisable pour de petites quantités ; dans ce cas, les bonbonnes seront protégées par une enveloppe métallique plus résistante convenablement ajustée.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

– Appareil à réponse instantanée Draeger équipé du tube réactif Acétone 100/b.
– Prélèvement sur charbon actif par diffusion active ou par diffusion passive (badge), désorption avec le sulfure de carbone puis analyse par chromatographie en phase gazeuse [6 à 8].

RISQUES

Risques d'incendie [1 à 3]

L'acétone est un liquide très inflammable (point d'éclair : – 18 °C en coupelle fermée) dont les vapeurs peuvent former des

* Mise à jour de l'édition 1987 portant sur la réglementation seulement.

FT n° 3 - 1/4

mélanges explosifs avec l'air. Les solutions aqueuses peuvent aussi s'enflammer aisément (point d'éclair d'une solution à 10 % : environ 27 °C).

Les agents d'extinction préconisés sont les suivants : dioxyde de carbone, poudres, mousses spéciales « anti-alcool ».

En général, l'eau n'est pas recommandée car elle peut favoriser la propagation de l'incendie. On pourra toutefois l'utiliser sous forme pulvérisée pour éteindre un feu peu important ou pour refroidir les récipients exposés au feu et disperser les vapeurs.

Pathologie - Toxicologie

Toxicité expérimentale

Aiguë [9 à 15]

L'acétone s'est révélée peu nocive lors des essais de toxicité aiguë. Dans presque toutes les espèces étudiées, les DL 50 par voie orale sont supérieures à 5 000 mg/kg ; la pénétration par voie cutanée est faible puisque la DL 50 chez le lapin est supérieure à 20 g/kg.

La CL 50 n'a pas été déterminée. La concentration léthale la plus basse est comprise entre 20 000 et 120 000 ppm selon les espèces et le temps d'exposition. Aux fortes concentrations, les animaux présentent des signes d'irritation des muqueuses oculaires et respiratoires ainsi qu'une dépression du système nerveux central et, dans certains cas, une atteinte rénale (protéinurie, nécrose tubulaire) ou hépatique plus modérée.

Des souris et des rats exposés durant des temps variables à des concentrations de 12 600 à 50 600 ppm ont présenté une réduction de leurs performances antérieures traduisant une atteinte du système nerveux central, le retour à l'état antérieur ne se fait que progressivement en 10 à 20 heures. La concentration de 50 600 ppm est léthale après 2 heures.

L'acétone est un irritant faible pour la peau du lapin et provoque sur les yeux de cet animal une irritation conjonctivale et cornéenne réversible. La concentration qui provoque une diminution de 50 % de la fréquence respiratoire est de 77 000 ppm, ce qui classe cette substance parmi les faibles irritants respiratoires.

Chronique [12 à 16]

Une étude ancienne montre que l'ingestion pendant 4 mois d'une dose quotidienne de 1,8 ml/kg ne provoque chez le rat qu'un ralentissement de la croissance sans mortalité. L'injection intraveineuse de 2 à 7 ml d'acétone pendant 5 à 10 semaines à des lapins provoque une atteinte hépatique (dégénérescence graisseuse) et une altération modérée du tissu rénal.

Beaucoup plus intéressantes sont les études comportementales sur différentes espèces : l'inhalation 4 heures/jour, 5 jours/semaine, pendant 2 semaines de 3 000 ppm ne provoque aucun trouble notable chez le rat ; à partir de 6 000 ppm, on note une inhibition du système nerveux central, jugée sur des réflexes comportementaux ; à 12 000 et 16 000 ppm, il existe en plus une ataxie. Toutefois une tolérance apparaît rapidement et les animaux ont presque tous un comportement normal en fin d'expérience ; leur croissance n'est pas modifiée.

Des babouins soumis à une concentration de 500 ppm voient également leurs performances modifiées au cours des premières expositions.

Des applications cutanées ou des injections sous-cutanées répétées ont provoqué des cataractes chez le cobaye au cours de plusieurs études alors que le lapin ne présente aucune anomalie dans les mêmes conditions.

Tératogénèse [14, 15]

Par injection dans le jaune d'œufs de poulets, avant incubation, une dose de 39 mg se révèle embryoléthale sur 50 % des embryons testés. Cette quantité assez élevée ainsi que la dose de 78 mg ne provoquent aucun effet tératogène. Une seconde étude effectuée sur des cultures d'embryons de hamsters conclue dans le même sens.

Mutagénèse [14, 15]

L'acétone n'est pas mutagène au cours d'un test de Ames, d'une étude d'échange chromatidien et d'un essai de réparation du DNA.

Cancérogénèse [14, 15]

L'application cutanée répétée de 0,1 ml, trois fois par semaine pendant un an sur des souris, n'a pas provoqué de tumeur.

Métabolisme [14, 15]

Hautement volatile, l'acétone est absorbée à 75 % environ par voie pulmonaire ; l'importance de la pénétration cutanée n'est pas évaluée avec précision mais existe néanmoins.

L'acétone est transformée en 1,2-propanediol qui est ensuite incorporé au métabolisme du glucose ou en méthylglyoxal qui se transforme en glucose. Elle induit le système des oxydases mixtes des microsomes hépatiques.

L'élimination se fait par voie pulmonaire pour 40 à 70 % sous forme inchangée et 30 % dans les urines sous forme inchangée ou métabolisée (acides acétoacétique et β-hydroxybutyrique). Une dose d'acétone est éliminée en 16 heures environ.

Toxicité sur l'homme

Aiguë - chronique [12 à 15]

L'intoxication aiguë a surtout été décrite après inhalation de ce solvant. Les symptômes sont essentiellement locaux (irritation des yeux et des voies aériennes), neurologiques (céphalée, asthénie, vertige, coma dans certains cas convulsif) et digestifs (nausée, vomissement). Au cours des intoxications les plus sévères, une légère atteinte hépatique et rénale serait possible. Ces accidents surviennent généralement avec des concentrations élevées de plus de 10 000 ppm.

Par ingestion et contact cutané étendu, une symptomatologie identique apparaît, parfois avec un intervalle libre de plusieurs heures ; il est souvent noté une irritation digestive importante (hématémèse) mais pas de complications caustiques.

Une irritation des voies respiratoires et des yeux existe dès 500 ppm pour la plupart des sujets.

En application cutanée unique, on peut observer un érythème et un léger œdème. La projection oculaire se traduit par une sensation de brûlure rapidement atténuée par le lavage ; dans un cas, une atteinte permanente de la cornée est cependant signalée.

Au cours d'expositions répétées, en dehors des phénomènes d'irritation oculaire et respiratoire, il est parfois noté des signes neurologiques subjectifs (asthénie, somnolence, vertige). Au niveau cutané, une dermatose d'irritation est possible.

L'acétone potentialise les effets toxiques de l'éthanol et des hydrocarbures chlorés.

Valeur limite d'exposition

En France, le ministère du Travail a fixé à 750 ppm, soit 1 800 mg/m^3, la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) indicative qui peut être admise pour l'acétone dans l'air des locaux de travail.

REGLEMENTATION

Hygiène et sécurité du travail

1° Règles générales de prévention des risques chimiques

– Articles R. 231-54 à R. 231-54-8 du Code du travail.

2° Aération et assainissement des locaux

– Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.

– Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au *J.O.*).

– Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (*J.O.* du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (*J.O.* du 19 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3° Prévention des incendies

– Articles R. 232-12 à R. 232-12-22 du Code du travail.

– Décret du 14 novembre 1988 (*J.O.* du 24 novembre 1988), section V, articles 43 et 44 (installations électriques) et arrêtés d'application.

– Décret du 17 juillet 1978 modifié et arrêtés d'application relatifs au matériel électrique utilisable dans les atmosphères explosives.

4° Valeur limite d'exposition

– Circulaire du ministère du Travail du 21 mars 1983 (non parue au J.O.).

5° Maladies de caractère professionnel

– Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la Sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

6° Maladies professionnelles

– Article L. 461-4 du Code de la sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspecteur du travail ; tableau n° 84.

7° Classification et étiquetage

a) de l'acétone *pure* :

• arrêté du 20 avril 1994 (*J.O.* du 8 mai 1994) qui prévoit la classification suivante :

Facilement inflammable R 11

b) des *préparations* contenant de l'acétone :

• arrêté du 21 février 1990 modifié (*J.O.* du 24 mars 1990).

8° Entreprises extérieures

– Arrêté du 19 mars 1993 (*J.O.* du 27 mars 1993) fixant en application de l'article R. 237-8 du Code du travail la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, Imprimerie des Journaux officiels, brochures n° 1001 :

– n° 1431, fabrication ;

– n° 1433, installations de mélange ou d'emploi ;

– arrêté du 31 mars 1980 portant réglementation des installations électriques des établissements susceptibles de présenter des risques d'explosion ;

– arrêtés du 10 juillet 1990 et du 1er mars 1993 modifiés relatifs aux rejets.

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif à certaines substances et préparations dangereuses (*J.O.* du 31 décembre 1988) et circulaire du 2 septembre 1990 (*J.O.* du 13 octobre 1990) :

– étiquetage (cf. 7°).

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants.

1° Transport par route et chemin de fer

– Transport national, ADR et RID : cette substance doit être déclarée :

1090 - Acétone

• Classe : 3
• Chiffre/lettre : 3°b
• Étiquette : 3
• Code danger : 33
• Code matière : 1090

2° Transport par air

– IATA.

3° Transport par mer

– IMDG.

RECOMMANDATIONS

Principalement en raison des dangers d'incendie et d'explosion, certaines mesures de prévention s'imposent lors du stockage et de la manipulation de l'acétone.

I. Au point de vue technique

Stockage

• Stocker l'acétone dans des locaux frais, munis d'un système de ventilation, à l'abri de toute source d'ignition ou de chaleur (rayons solaires, flammes, étincelles...) et à l'écart des produits oxydants. Le sol de ces locaux sera incombustible, imperméable et formera cuvette de rétention afin qu'en cas de bris, le liquide ne puisse se répandre au dehors.

• Le matériel électrique, éclairage compris, sera conforme à la réglementation en vigueur.

• Il sera interdit de fumer.

• Prévenir toute accumulation d'électricité statique.

• Les récipients seront soigneusement fermés et étiquetés. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux ateliers où est manipulée l'acétone. En outre :

• Instruire le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.

• Entreposer dans les ateliers des quantités ne dépassant pas le travail d'une journée.

• Éviter l'inhalation de vapeurs. Dans ce but, effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration des vapeurs à leur source d'émission, ainsi que des appareils de protection respiratoire pour des travaux exceptionnels de courte durée ou les interventions d'urgence.

• Procéder à des contrôles fréquents et réguliers de l'atmosphère.

• Éviter le contact du liquide avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des gants (de préférence en caoutchouc butyle, caoutchouc naturel ou polychloroprène), des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après usage.

• Interdire l'emploi d'air ou d'oxygène comprimé pour effectuer le transvasement ou la circulation du produit.

• Ne pas procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'acétone sans prendre les précautions d'usage [17].

• Ne pas rejeter à l'égout les eaux polluées par l'acétone.

• En cas de souillures sur le sol, récupérer immédiatement le produit en l'épongeant avec un matériau inerte. Laver à grande eau la surface ayant été souillée. Si le déversement est important, évacuer le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs entraînés munis d'un équipement de protection.

• Conserver les déchets dans des récipients spécialement prévus à cet effet. L'acétone peut être régénérée ou détruite par incinération. Dans tous les cas, traiter les déchets dans les conditions autorisées par la réglementation (traitement dans l'entreprise ou dans un centre spécialisé).

II. Au point de vue médical [16]

• A l'embauchage, pratiquer un examen médical complet afin de rechercher une atteinte neurologique, oculaire, cutanée ou respiratoire chronique.

• Par la suite, répéter cet examen au moins une fois par an. Il sera utile de vérifier périodiquement les fonctions hépatiques et rénales.

• Un dosage d'acétone peut être réalisé dans l'air expiré, le sang ou les urines des personnes exposées. Pour ces trois dosages, les limites suivantes peuvent être respectivement retenues en fin de poste de travail : 0,6, 200 ou 270 mg/l.

• En cas de projection cutanée, laver à l'eau après avoir retiré les vêtements imprégnés. Si des signes persistent ou apparaissent, consulter un médecin.

• En cas de projection oculaire, laver immédiatement à l'eau pendant au moins 10 minutes. Un examen ophtalmologique sera pratiqué si des signes persistent.

• En cas d'inhalation, éloigner le sujet de la zone polluée ; s'il est inconscient, le placer en position latérale de sécurité. Avertir un médecin dans tous les cas pour juger de l'opportunité d'une surveillance et d'un traitement symptomatique en milieu hospitalier.

• En cas d'ingestion, si la quantité est peu importante (pas plus d'une gorgée), administrer du charbon médical activé et consulter un médecin. Dans les autres cas, si le sujet est parfaitement conscient, tenter de faire vomir, donner du charbon médical activé et faire hospitaliser.

Bibliographie

1. KIRK-OTHMER – Encyclopedia of chemical technology, 3e éd., vol. 1. New York, Wiley Interscience, 1978, pp. 179-191.
2. Acetone – Data sheet 398. Chicago, National safety council, 1982.
3. Hazard data bank – Sheet number 62. Acetone. *The safety practitioner*, 1985, n° 2, pp. 6-7.
4. Case histories of accidents in the chemical industry, vol. 4. Chicago, Manufacturing chemists' association, 1975, p. 107.
5. BRETHERICK L. – Handbook of reactive chemical hazards, 3e éd. Londres, Butterworths, 1985, pp. 365-366.
6. Norme française X 43-252. Qualité de l'air. Air des lieux de travail. Échantillonnage et analyse des polluants gazeux sur charbon actif. Prélèvement par pompage. Paris, AFNOR, 1987.
7. Prélèvement et analyse de polluants organiques gazeux. Méthode utilisée par l'INRS. *Cahiers de notes documentaires*, 1984, 114, ND 1467, pp. 55-61.
8. NIOSH manual of analytical methods, 3e éd., vol. 2. Cincinnati, US Department of health, education and welfare, 1984, méthode 1300.
9. Registry of toxic effects of chemical substances, supplément 1983-84 à l'édition 1981-82, vol. 1. Cincinnati, NIOSH, p. 217.

FT 3 Acétone Edition 1997*

10. SMYTH H.Y. et coll. – Range-finding toxicity data : list VI. *Am. Ind. Hyg. Ass. J.*, 1962, 23, pp. 95-107.

11. GRANT M.W. – Toxicology of the eye. Springfield, Charles C. Thomas, 1974, pp. 83-84.

12. Criteria for a recommended standard. Occupational exposure to ketones. Cincinnati, NIOSH, 1978.

13. Valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail. Paris, INRS et ministère du Travail, 1985, ED 669, pp. 18-19.

14. CLAYTON G.D., CLAYTON F.E – Patty's industrial hygiene and toxicology, 3e éd., vol. II C. New York, Wiley Interscience, 1982, pp. 4720-4727.

15. ROCHE M. – Etude toxicologique des cétones en milieu industriel. Marseille, thèse pour le doctorat de médecine, 1963.

16. GOLBERG M.E. et coll. – Effects of repeated inhalation of vapors of industrial solvents on animal behavior. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1964, 25, pp. 369-376.

17. Cuves et réservoirs. – Recommandation CNAM R 276. INRS.



décon 90

Premier agent de nettoyage tensioactif/décontaminant radioactif, pour les applications médicales, industrielles spécialisées et de laboratoire.



DESCRIPTION :

Fourni sous forme de concentré liquide, non visqueux, à diluer dans l'eau, le **décon 90** est biodégradable*****, sans phosphate, non-flammable, Bactericidal **, totalement rinçable et ininflammable.

FORMULATION :
Emulsion complexe d'agents tensioactifs anioniques et non-ioniques, d'agents stabilisants, d'alcalis et d'agents séquestrants de la plus haute qualité, dans une base aqueuse, produisant un concentré alcalin (pH13+).

Bien établi comme le premier agent de nettoyage de laboratoire, le **décon 90** a réussi à remplacer les produits à l'acide chromique dans les opérations de nettoyage de laboratoire. Offrant de meilleures performances sans les dangers inacceptables inhérents à l'entreposage, la manipulation et l'élimination des acides corrosifs, le **décon 90** est la solution idéale aux problèmes de nettoyage des laboratoires modernes et garantit des résultats constants et fiables.

Le **décon 90** ne contient pas de phosphates, enzymes, EDTA/nitrilotriacétate ou de produits de blanchiment au chlore.

APPLICATIONS :
Pour le nettoyage et/ou la décontamination totale et en toute sécurité de la verrerie, de la céramique, du plastique (à l'exception du polycarbonate), du caoutchouc, de l'acier inoxydable et des métaux ferreux.

Etant alcalin, le **décon 90** ne doit pas être utilisé avec les métaux non ferreux, notamment l'aluminium et le zinc, ou avec le polycarbonate. (Le **décon neutracon** peut être utilisé avec les métaux non ferreux et le polycarbonate).

Simple d'emploi, économique et extrêmement polyvalent, le **décon 90** peut être utilisé pour les applications les plus critiques, en alliant un pouvoir de nettoyage et de décontamination remarquable à une rinçabilité et une biodégradabilité totales - critères essentiels dans l'environnement d'aujourd'hui.

Le **décon 90** est devenu la norme du nettoyage de laboratoire au Royaume-Uni et dans le monde entier. Il est utilisé couramment dans tous les types de laboratoires et dans tous les principaux secteurs industriels afin d'obtenir le degré de nettoyage optimum qui est essentiel aux techniques sophistiquées modernes. Produit inestimable dans la décontamination radioactive, le **décon 90** est probablement le décontaminant le plus employé dans les laboratoires et les établissements utilisant des matières radioactives.

Le **décon 90** ne convient pas à un emploi domestique.

MODE D'EMPLOI :
Préparer une solution contenant 2% à 5% de **décon 90** avec de l'eau*.

Immerger totalement les articles à nettoyer et les laisser tremper pendant 2 à 24 heures, en fonction du degré et de la ténacité de la souillure.

Augmenter la concentration de la solution pour traiter les contaminants rebelles.

Une solution chauffée (40ºC à 50ºC) ou utilisée dans un bain de nettoyage ultrasonique diminue considérablement le temps de nettoyage nécessaire.

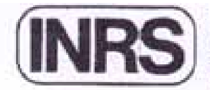
Rincer méticuleusement dès que les articles nettoyés sont sortis de la solution de nettoyage. Ne pas attendre avant de rincer les articles nettoyés. Il est recommandé de procéder à trois rinçages à l'eau* en agitant pour éliminer toute trace de contaminant et de solution de nettoyage .

Sécher soigneusement après le rinçage, en utilisant un linge non pelucheux ou un jet d'air chaud.

EPUISEMENT DES SOLUTIONS DE TRAVAIL :
Il n'y a pas de test précis pour déterminer l'épuisement des solutions de travail, mais quand le pH descend au-dessous de 8,5, la solution doit être renouvelée.

* pour les applications critiques, utiliser de l'eau déminéralisée à tous les stades.

* Ready Biodegradability by OECD 301E (ISO method 7827 - 1986 (E))



CBIB 546215 FT 123

FICHE TOXICOLOGIQUE N° 123 Édition 1992

Peroxyde d'hydrogène et solutions aqueuses

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS

H_2O_2

Numéro C.A.S.

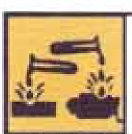
N° 7722-84-1

Numéro C.E.E.

N° 008-003-00-9 (solutions aqueuses)

Synonyme

Eau oxygénée



C - Corrosif



O - Comburant

PEROXYDE D'HYDROGÈNE EN SOLUTION :...(≥ 60%)

R 8 – Favorise l'inflammation des matières combustibles.
R 34 – Provoque des brûlures.
S 3 – Conserver dans un endroit frais.
S 28 – Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau.
S 36/39 – Porter un vêtement de protection approprié et un appareil de protection des yeux/du visage.

CARACTÉRISTIQUES

Utilisation [1 à 4]

– Intermédiaire de synthèse, notamment pour la préparation de persels minéraux (perborates, percarbonates...), de peroxydes organiques (peroxyde de dibenzoyle et autres catalyseurs de polymérisation), de plastifiants (à partir d'huiles insaturées, d'esters gras) et d'oxydes d'amines.

– Agent de blanchiment pour les fibres textiles naturelles et tout spécialement pour le coton.

– Agent de blanchiment pour la pulpe de bois et la pâte à papier (notamment pour le recyclage).

– Agent de traitement des eaux résiduaires, domestiques et industrielles, et des effluents gazeux.

– Propulseur pour avions et fusées.

– Antiseptique à large spectre.

Propriétés physiques [2 à 5]

Le peroxyde d'hydrogène est un liquide incolore, miscible à l'eau en toutes proportions, soluble dans l'oxyde de diéthyle, insoluble dans l'éther de pétrole et décomposé par de nombreux solvants organiques.

Sa masse molaire est de 34,02.

La détermination de ses propriétés physiques présente des difficultés considérables en raison de la facilité de décomposition catalytique du produit. Les valeurs pour la substance pure ont été très souvent obtenues par extrapolation de mesures effectuées sur des solutions aqueuses de plus en plus concentrées. Le tableau I rassemble les principales caractéristiques des solutions aqueuses les plus fréquemment rencontrées dans le commerce et celles du produit pur.

TABLEAU I
Principales caractéristiques des solutions de peroxyde d'hydrogène

Concentration de la solution en H_2O_2 (% en poids)	**30**	**35**	**50**	**70**	**90**	**100**
Titre en volume(*)	110	130	200	300	420	485
Densité à 20° C	1,11	1,13	1,20	1,29	1,39	1,44
Point de fusion (°C)	– 26	– 33	– 51	– 39	– 11	– 0,4
Point d'ébullition (sous pression atmosphérique) (°C)	106	108	114	125	141	150,2
Tension de vapeur à 30°C (kPa)	0,036	0,048	0,099	0,20	0,333	0,369
Chaleur de décomposition à 25°C (kcal/mole)	– 22,7	-	– 22,8	– 23,0	– 23,3	– 23,4

(*) Le titre en volume employé quelquefois dans la pratique correspond aux litres d'oxygène (volume ramené à 0 °C et sous 101,3 kPa) dégagés par la décomposition complète d'un litre de solution de peroxyde d'hydrogène. C'est une quantité peu précise sujette à diverses causes d'erreurs.

Pour le produit pur, la variation de la tension de vapeur en fonction de la température est la suivante (en kPa) :

0,37 à 30 °C
1,32 à 50 °C
3,97 à 70 °C
10,43 à 90 °C

L'eau oxygénée officinale est une solution aqueuse dite « à 10 volumes », c'est-à-dire contenant environ 3 % en poids de peroxyde d'hydrogène.

Propriétés chimiques [1 à 5]

Le peroxyde d'hydrogène pur est relativement stable lorsqu'il est stocké à température ambiante dans des récipients inertes et propres. Mais ses solutions aqueuses commerciales, même stabilisées, se décomposent facilement en eau et oxygène sous l'action de nombreux facteurs :

– la présence de catalyseurs : un grand nombre de substances catalysent la décomposition, parfois même à l'état de traces; les plus actives sont les métaux lourds (cuivre, cobalt, manganèse, chrome, nickel, fer, plomb...; les seuls exceptions sont l'étain et l'aluminium qui, à l'état très pur, sont relativement inertes), leurs sels, leurs oxydes ou hydroxydes; mais des poussières, des huiles, des enzymes catalysent aussi la réaction;

– le pH : à état de pureté identique, les solutions alcalines sont beaucoup moins stables que les solutions acides; le maximum de stabilité se situe entre les valeurs 3,5 et 4,5 du pH;

– la température : l'augmentation de température accélère la réaction; entre 20 et 100 °C, la vitesse de la réaction est à peu près multipliée par 2,2 pour une élévation de température de 10 °C;

– les radiations : les rayons UV et les radiations ionisantes activent la décomposition.

La stabilisation des solutions peut être obtenue par purification, contrôle des contaminations, addition de substances capables d'inactiver les impuretés catalytiques par formation de complexes ou adsorption. Les stabilisants les plus couramment utilisés sont le pyrophosphate de sodium, des silicates de métaux alcalins, des systèmes combinant sels d'étain et phosphates, des chélateurs organiques, etc.

Le peroxyde d'hydrogène est, d'autre part, un oxydant fort, propriété qui est utilisée dans la plupart de ses emplois. La réaction peut être violente (combustion spontanée, détonation) avec un certain nombre de produits organiques (acétone, acide formique, alcools...) et, d'une façon générale, il faut noter que très peu de substances organiques peuvent être mélangées impunément avec le peroxyde d'hydrogène.

Récipients de stockage

Le peroxyde d'hydrogène et ses solutions aqueuses sont généralement stockés dans des récipients en aluminium – qui doit être d'une pureté égale ou supérieure à 99,5 % – ou en acier inoxydable.

Certaines matières plastiques sont compatibles avec le peroxyde d'hydrogène : polychlorure de vinyle, polyéthylène, polytétrafluoroéthylène. Elles peuvent être utilisées pour la confection de petits emballages et de certains accessoires équipant de gros emballages (tuyaux, robinets, joints, filtres...).

Le verre teinté est également utilisable pour de petites quantités.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

Prélèvement par barbotage dans une solution de tétrachlorure de titane [6] ou dans une solution d'acide 2,6-pyridinedicarboxylique et de vanadate [7] puis analyse par photométrie du complexe coloré formé.

RISQUES

Risques d'incendie [1, 3 à 5]

Le peroxyde d'hydrogène n'est pas inflammable et, dans les conditions normales de stockage à température ambiante, ses solutions commerciales n'explosent pas.

La détonation de solutions concentrées (concentration en poids supérieure à 85 %) n'est possible qu'en présence d'une source d'inflammation de forte énergie. Des vapeurs explosives peuvent se produire si l'on porte à ébullition des solutions de concentration supérieure à 75 %.

En présence de catalyseur – notamment de métaux ou de sels métalliques – le peroxyde d'hydrogène peut se décomposer rapidement avec libération d'oxygène et de chaleur; pratiquement tous les matériaux solides combustibles contiennent suffisamment d'impuretés catalytiques pour accélérer cette décomposition, surtout s'il s'agit de solutions concentrées. La décomposition peut induire l'inflammation des matériaux inflammables présents ou bien mener à une explosion.

Les risques d'explosion proviennent surtout des mélanges peroxyde d'hydrogène – substances organiques oxydables, notamment dans le cas des solutions concentrées de peroxyde. L'explosion peut intervenir dès le mélange, ou bien après une période d'induction, sous l'action d'un choc ou d'une élévation de température.

En cas d'incendie provoqué par le peroxyde d'hydrogène, l'agent d'extinction préconisé est l'eau. Les récipients exposés au feu seront refroidis à l'eau.

En raison du caractère corrosif des solutions et de l'action irritante des vapeurs, les intervenants seront équipés de vêtements de protection appropriés et d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants.

Pathologie - Toxicologie

Toxicité expérimentale [8 à 10]

Aiguë

Chez le rat, la DL 50 par voie cutanée varie, suivant les souches d'animaux, entre 700 et 7 500 mg/kg; par inhalation la CL 50 est de 2 000 mg/m³ pour une exposition de 4 heures. Chez la souris, la DL 50 par voie orale est de 2 000 mg/kg; la concentration létale la plus basse par inhalation est de 385 mg/m³.

Localement, l'application d'une solution aqueuse à 15 ou 30 % de peroxyde d'hydrogène sur la peau de la souris provoque une épidermolyse extensive, une inflammation et des lésions vasculaires semblables à celles que produisent les promoteurs de tumeurs. La régénération est rapide et s'accompagne d'une hyperplasie de l'épiderme. On observe également un blanchiment de la peau qui serait dû à une ischémie produite par les bulles d'oxygène qui forment de petits emboles dans les capillaires.

Chronique

Plusieurs études ont été réalisées chez le rat et la souris par administration de peroxyde d'hydrogène dans l'eau de boisson. Chez le rat, la concentration de 1,5 % pendant 8 semaines amène un retard de croissance, des caries et des changements pathologiques au niveau du périodonte; à la concentration de 2,5 %, la mort survient avant le 43e jour. Chez la souris, la concentration de 0,15 % pendant 35 semaines provoque une dégénérescence des tissus épithéliaux du foie et des tubules rénaux, une irrégularité du tissu de structure et une nécrose de la paroi gastrique, une hypertrophie du tissu lymphatique de la paroi de l'intestin grêle; à une concentration supérieure à 1 %, la perte de poids est importante et les animaux meurent en 2 semaines.

L'exposition de chiens à 7 ppm de peroxyde d'hydrogène 6 heures par jour, 5 jours par semaine, pendant 6 mois, détermine des éternuements, des larmoiements, le blanchiment des poils et une irritation cutanée ; à l'autopsie, on note un épaississement de la peau sans destruction des follicules pileux et une irritation des poumons, sans autre anomalie. Chez des lapins exposés à 22 ppm de peroxyde d'hydrogène pendant 3 mois, on observe également le blanchiment des poils, une irritation du nez, mais pas de lésion oculaire.

Mutagénèse

Le peroxyde d'hydrogène exerce in vitro une activité génotoxique dans un grand nombre de tests courts. Il induit des

lésions de l'ADN chez des bactéries (E. coli) et des mutations ponctuelles chez de nombreux microorganismes (S. typhimurium, M. aureus, H. influenzae, B. subtilis, E. coli, S. cerevisiae, N. crassa, A. chevalieri). Il n'est pas mutagène en revanche chez Drosophila melanogaster ni sur certaines cellules de mammifères.

Il induit in vitro des lésions de l'ADN, une synthèse non programmée d'ADN, des échanges de chromatides sœurs et des aberrations chromosomiques chez plusieurs types de cellules de mammifères (notamment cellules d'ovaire de hamster chinois, cellules d'embryon de hamster syrien, fibroblastes humains).

Il n'existe pas de données relatives à son action éventuelle sur des transformations cellulaires.

Cancérogénèse

Le potentiel cancérogène du peroxyde d'hydrogène n'a été étudié que chez la souris, 3 voies d'administration étant utilisées. On a mis en évidence une augmentation significative de l'incidence des adénomes et des carcinomes du duodénum chez les animaux recevant pendant 100 semaines une eau de boisson additionnée de 0,4 % de peroxyde d'hydrogène. En revanche les études réalisées par application cutanée ou par administration sous-cutanée n'ont pas permis d'évaluer la cancérogénicité du produit par ces voies.

Une étude par application cutanée a montré que le produit n'exerce pas un rôle de promoteur vis-à-vis des tumeurs induites chez la souris par le diméthylbenzanthracène.

Effets sur la reproduction

Chez le rat, des femelles ayant reçu du peroxyde d'hydrogène à la concentration de 0,45 % dans leur eau de boisson pendant 5 semaines donnent naissance, après accouplement à des mâles non traités, à des portées normales. La fertilité des mâles de 3 mois n'est pas modifiée par administration du produit à la concentration de 1 % dans leur eau de boisson pendant 4 semaines.

En ce qui concerne le potentiel tératogène, on ne dispose d'aucune donnée chez les mammifères; en revanche, des malformations ont été mises en évidence chez des embryons de poussins après injection de 1,4 à 11 µmole de produit par œuf au 3e jour d'incubation.

Toxicocinétique et métabolisme [9]

Il est difficile d'avoir des informations significatives sur la vitesse d'absorption, sur la distribution et l'excrétion du peroxyde d'hydrogène dans l'organisme, le produit étant décomposé dans le tractus digestif avant son absorption et étant, d'autre part, un produit normal du métabolisme aérobie puisque de nombreuses réactions catalysées par des oxydases lui donnent naissance. On a néanmoins pu démontrer que le peroxyde d'hydrogène pénètre à travers l'épiderme et les membranes muqueuses et qu'il se décompose dans les tissus sous-jacents, ce qui provoque une infiltration diffuse de l'oxygène libéré et la formation d'emboles : après une application sublinguale de peroxyde d'hydrogène marqué à un chat, un tiers de l'oxygène marqué se retrouve en 1 heure dans l'air expiré par l'animal. De même, on a pu observer une augmentation du taux d'oxygène dans le sang après perfusion dans le gros intestin du chien d'une solution diluée de peroxyde d'hydrogène.

Dans l'organisme des mammifères, la glutathion peroxydase et la catalase sont parmi les enzymes fréquemment mises en œuvre pour la décomposition du peroxyde.

Toxicité sur l'homme [3, 9]

Aiguë

Le peroxyde d'hydrogène est un produit irritant pour la peau et les muqueuses oculaires à forte concentration. Un contact très bref avec la peau ne provoque en général qu'une sensation de brûlure et un blanchiment passager des téguments, mais si le contact se prolonge, des phlyctènes peuvent apparaître, surtout lorsqu'il s'agit de solutions dont la concentration dépasse 35 %.

En cas d'ingestion accidentelle, il existe un risque de lésions caustiques des muqueuses buccales et pharyngées. La décomposition du peroxyde d'hydrogène entraîne une distension gastrique ou œsophagienne ; des hémorragies locales sont possibles. On considère généralement que les solutions à 3 % (eau oxygénée officinale à 10 volumes) ne sont pas très dangereuses, les risques apparaissant surtout à partir de 6 % [11].

L'inhalation de vapeurs ou de brouillard de peroxyde d'hydrogène concentré peut provoquer, dans un premier temps, une inflammation sévère du nez, de la gorge et des voies respiratoires. Si l'exposition se poursuit, elle peut amener un œdème pulmonaire, des signes neurologiques (vertige, céphalées), des troubles digestifs (nausée, vomissement), et enfin des symptômes d'empoisonnement systémique grave (tremblements, engourdissement des extrémités, convulsions, perte de conscience).

Chronique

Chez les travailleurs exposés de façon répétée à des vapeurs d'une solution de peroxyde d'hydrogène chauffée, des plaques pigmentaires cutanées jaunâtres ou chamois associées à une décoloration des cheveux ont été observées. Tous ces troubles disparaissent quelques mois après la fin de l'exposition au risque.

Mutagénèse, cancérogénèse, effets sur la reproduction

Aucune donnée sur les éventuels effets du peroxyde d'hydrogène chez l'homme dans ces différents domaines n'a été publiée.

Valeur limite d'exposition

En France, le ministère du Travail a fixé à 1 ppm, soit 1,5 mg/m³, la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) indicative qui peut être admise dans l'air des locaux de travail.

RÉGLEMENTATION

Hygiène et sécurité du travail

1° Aération et assainissement des locaux

– Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.

– Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au *J.O.*).

– Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (*J.O.* du 22 octobre 1987) relatifs aux contrôles des installations.

2° Prévention des incendies

– Articles R. 233-14 à R. 233-41 du Code du travail.

– Décret du 14 novembre 1988 (*J.O.* du 24 novembre 1988), section V, articles 43 et 44 (installations électriques).

– Décret du 17 juillet 1978 et arrêtés d'application relatifs au matériel électrique utilisable dans les atmosphères explosives.

3° Valeur limite d'exposition

– Circulaire du ministère du Travail du 13 mai 1987 (non parue au *J.O.*).

4° Maladies de caractère professionnel

– Article L. 461-6 du Code de la Sécurité sociale et décret du 3 août 1963 (*J.O.* du 23 août 1963) : déclaration médicale de ces affections.

5° Etiquetage

a) des *solutions aqueuses* contenant 5 % ou plus de peroxyde d'hydrogène

• arrêté du 10 octobre 1983 modifié (*J.O.* du 21 janvier 1984) et circulaire du 29 janvier 1986 (non parue au *J.O.*). Cet arrêté prévoit une étiquette comportant notamment :

– les symboles *Corrosif* et *Comburant* pour les solutions aqueuses, concentration ≥ 60 %,

– le symbole *Corrosif* pour les solutions aqueuses, 20 % ≤ concentration < 60 %,

– le symbole *Irritant* pour les solutions aqueuses, 5 % ≤ concentration < 20 %,

– l'énumération des risques particuliers et des conseils de prudence;

b) des *préparations* contenant du peroxyde d'hydrogène :

• arrêté du 21 février 1990 (*J.O.* du 24 mars 1990) et circulaire du 29 janvier 1986 (non parue au *J.O.*). Des limites de concentration sont fixées à l'annexe I de l'arrêté du 10 octobre 1983 modifié.

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif aux substances et préparations vénéneuses (articles R. 5149 à R. 5167 du Code de la Santé publique), décret du 29 décembre 1988 relatif à certaines substances et préparations dangereuses (*J.O.* du 31 décembre 1988) et circulaire du 2 septembre 1990 (*J.O.* du 13 octobre 1990) :

– détention dans des conditions déterminées.

– étiquetage (cf. 5°).

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants :

1° Transport national (route, chemin de fer)

– RTMD (arrêté du 15 avril 1945 modifié).

Bioxyde d'hydrogène et ses solutions aqueuses titrant plus de 60 % en poids :

• Classe : 5.1
• Groupe : 51 103
• Étiquette : 2 n° 5
• Code danger : 559
• Code matière : 2 015

Bioxyde d'hydrogène en solutions aqueuses titrant au moins 20 % et au plus 60 % en poids :

• Classe : 8
• Groupe : 83 201
• Étiquette : n° 8 et n° 5
• Code danger : 85
• Code matière : 2 014

Bioxyde d'hydrogène en solutions aqueuses titrant 8 % au moins et moins de 20 % en poids :

• Classe : 8
• Groupe : 83 301
• Étiquette : n° 8 et n° 5
• Code danger : 85
• Code matière : 2 984

Peroxyde titrant moins de 8 % : non soumis.

2° Transport international (route, chemin de fer)

– ADR et RID.

3° Transport par air

– IATA.

4° Transport dans les ports maritimes et par mer

– RPM (arrêté du 27 juin 1951 modifié)
– IMDG (OMCI).

RECOMMANDATIONS [4 à 5]

Des mesures de protection sont nécessaires lors du stockage et de la manipulation du peroxyde d'hydrogène ou de ses solutions, particulièrement des solutions concentrées.

I. Au point de vue technique

Stockage

• Il s'effectuera à l'air libre ou dans des locaux spéciaux, bien ventilés, construits en matériaux non combustibles. Le sol de ces locaux sera imperméable et conçu de telle manière qu'en cas de déversement accidentel du produit, l'évacuation puisse être assurée sans risque.

• Les réservoirs et canalisations devront être construits avec les seuls matériaux compatibles avec le peroxyde d'hydrogène (se reporter aux recommandations du fournisseur) et en évitant les procédés de fabrication susceptibles d'apporter des agents catalytiques de décomposition (métaux lourds par exemple). Avant leur mise en service, ils devront faire l'objet d'une passivation très soignée.

• Les réservoirs devront être équipés d'évents permettant le dégagement vers l'extérieur de l'oxygène gazeux susceptible d'être libéré par le peroxyde d'hydrogène.

• Veiller à ce qu'il ne se produise pas d'élévation anormale de la température et écarter toute source d'ignition.

• Proscrire des lieux de stockage les matières inflammables et tous les produits susceptibles de réagir vivement avec le peroxyde d'hydrogène (cf. propriétés chimiques).

• Conserver le produit à l'abri de la lumière dans des récipients correctement étiquetés. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

• Prévoir, à proximité des locaux de stockage, un poste d'eau à débit abondant et des appareils de protection respiratoire isolants autonomes pour des interventions d'urgence.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux ateliers où est manipulé le peroxyde d'hydrogène. En outre :

• Instruire le personnel des risques présentés par le produit et des mesures de sécurité à respecter. Insister tout particulièrement sur la très grande réactivité du peroxyde d'hydrogène pouvant entraîner des réactions explosives avec de nombreux composés.

• Pour la manutention, l'utilisation et la réparation éventuelle de récipients contenant ou ayant contenu du peroxyde d'hydrogène ou ses solutions aqueuses, se conformer aux indications données par le fournisseur. Ne pas affecter ces récipients à d'autres usages, en particulier ne pas les utiliser pour stocker d'autres produits.

• Proscrire les lubrifiants à base de graisses, huiles, pétrole... ; d'une façon générale, éviter avant tout que le peroxyde d'hydrogène n'entre en contact avec des impuretés quelles qu'elles soient.

• Éviter l'inhalation de vapeurs ou de brouillards. A cet effet, prévoir une aspiration aux postes de travail, ainsi que des appareils de protection respiratoire pour des travaux exceptionnels de courte durée.

• Éviter le contact avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection : lunettes, bottes, tabliers en matière synthétique appropriée (ne pas utiliser de matières inflammables telles que coton, laine, cuir...), gants (par exemple en polychloroprène ou en chlorure de polyvinyle). Les crèmes protectrices ne conviennent pas.

• Prévoir des douches et des fontaines oculaires dans les locaux où l'on manipule du peroxyde d'hydrogène de façon constante.

• Ne pas procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du peroxyde d'hydrogène sans prendre les précautions d'usage [12].

• En cas de fuite ou de déversement accidentel, diluer immédiatement et très largement à l'eau et rejeter à l'égout. Éliminer de la même façon les déchets de peroxyde d'hydrogène.

II. Au point de vue médical

Les précautions et les recommandations s'avèrent différentes selon la concentration du produit et son mode d'utilisation.

La manipulation de préparations officinales classiques (titre inférieur ou égal à 10 volumes) destinées aux soins des malades est peu dangereuse.

Les préparations contenant 6 % ou plus de peroxyde d'hydrogène (titre supérieur ou égal à 20 volumes) présentent par contre des caractères corrosifs dont l'intensité croît avec la concentration et avec le temps de contact avec la peau et les muqueuses.

• A l'embauchage, éviter d'exposer les sujets atteints de dermatoses chroniques évolutives, ou présentant des signes évolutifs de bronchopneumopathie chronique obstructive avérée.

• Lors des examens périodiques, rechercher plus particulièrement des atteintes de la peau et des voies respiratoires ; une surveillance de la fonction ventilatoire (courbe débits-volumes au minimum) peut

être nécessaire si les conditions d'exposition sont défavorables ou si l'examen clinique le nécessite, selon l'appréciation du médecin du travail.

- En cas d'ingestion, déterminer la concentration (ou le titre) de la solution, la quantité ingérée et l'horaire de l'accident et noter les symptômes éventuellement observés; ne pas faire vomir; s'il s'agit d'une solution de titre inférieur ou égal à 10 volumes, faire boire un ou deux verres d'eau et consulter un médecin (un « pansement digestif » peut se révéler utile); s'il s'agit d'une solution plus concentrée, et dans tous les cas où il existe des signes immédiats d'intolérance digestive (nausées, vomissements, douleurs digestives, ...), prendre avis auprès du centre antipoison, prévoir un transfert en milieu hospitalier par ambulance médicalisée et mettre en œuvre les gestes classiques de secourisme en attendant les secours spécialisés.

- En cas d'inhalation de fortes concentrations atmosphériques et s'il apparaît une toux importante et/ou des signes de détresse respiratoire, retirer le sujet de la zone polluée sans oublier les mesures de protection vestimentaire et des voies respiratoires pour les intervenants; effectuer une décontamination cutanée par lavage à l'eau après avoir retiré les vêtements, mettre en œuvre les gestes d'assistance respiratoire s'ils s'avèrent nécessaires et faire immédiatement appel à un médecin, au centre antipoison et/ou aux services d'aide médicale urgente pour renseignements complémentaires et transfert éventuel en milieu hospitalier.

- En cas de projection oculaire, laver le plus tôt possible à l'eau pendant 15 minutes; compléter ce lavage en infirmerie si cela est possible; consulter systématiquement un ophtalmologiste, surtout s'il s'agit d'une solution concentrée et/ou s'il apparaît une rougeur, une douleur oculaire et/ou une gêne visuelle.

- En cas de projection cutanée, laver le plus tôt possible à l'eau pendant au moins 10 minutes après avoir retiré les vêtements souillés; s'il s'agit d'une solution fortement concentrée et/ou s'il apparaît des signes d'irritation, voire des phlyctènes, consulter un médecin.

- Dans tous les cas, prévenir le médecin du travail et les responsables de l'entreprise de la survenue d'un incident ou accident.

Bibliographie

1. KIRK-OTHMER - Encyclopedia of chemical technology., 3e ed. New York, John Wiley and sons, 1981, vol. 13, pp. 12-38.
2. PACAULT A., PANNETIER G. - Compléments au nouveau traité de chimie minérale. Paris, Masson et cie, 1975, vol. 4, pp. 1-159.
3. Encyclopaedia of occupational health and safety, 3e ed. Genève, BIT, 1983, vol. 1, pp. 1088-1089.
4. Peroxyde d'hydrogène - Notices techniques et fiche de données de sécurité. Paris, Société L'Air liquide.
5. Chemical safety data sheet S D-53 - Hydrogen peroxide. Washington, Manufacturing Chemists Association, 1969, 31 p.
6. PILZ W., JOHANN I. - Measurement of very small quantities of hydrogen peroxide in air. *Int. J. Envir. Analyt. Chem.*, 1974, 3, pp. 257-270.
7. HARTKAMP A., BACHHAUSEN P. - A method for the determination of hydrogen peroxide in air. *Atmospheric Envir.*, 1987, 21, pp. 2207-2213.
8. Registry of toxic effects of chemical substances, supplément 1983-84 à l'édition 1981-82. Cincinnati, DHHS (NIOSH), 1985, vol. 2, p. 1028.
9. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Lyon, Centre international de recherche sur le cancer, 1985, vol. 36, pp. 285-314.
10. Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices, 5e ed. Cincinnati, American conference of governmental industrial hygienists, 1986, p. 316.
11. BISMUTH C. et col. - Toxicologie clinique, 4e ed. Paris, Flammarion, 1987, p. 341.
12. Cuves et réservoirs - Recommandations CNAM R 119 et R 276. INRS ■



FT 16

FICHE TOXICOLOGIQUE N° 16

Edition 1997*

Ammoniac et solutions aqueuses

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS

NH_3
(¹) *Ammoniac*
NH_4OH
(²) *Ammoniaque*

Numéros CAS
(¹) N° 7664 41-7
(²) N° 1336-21-6

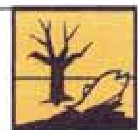
Numéros CE
(¹) Index N° 007-001-00-5
EINECS N° 231-635-3
(²) Index N° 007-001-01-2
EINECS N° 215-647-6

Synonyme
(²) Hydroxyde d'ammonium





C - Corrosif



N - Dangereux pour l'environnement

AMMONIAQUE... (≥ 10 %)

R 34	- Provoque des brûlures.
R 50	- Très toxique pour les organismes aquatiques.
S 7	- Conserver le récipient bien fermé.
S 26	- En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
S 36/37/39	- Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux/du visage.
S 45	- En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).
S 61	- Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.
215-647-6	- Étiquetage CE

CARACTERISTIQUES

Utilisation [1, 2]

- Fabrication des engrais.
- Pétrole et carburants.
- Traitement des métaux.
- Synthèse organique.
- Industrie du froid.
- Industrie des fibres textiles.
- Produits d'entretien.
- Industrie du papier...

Propriétés physiques [1 à 4]

L'ammoniac est un gaz incolore à odeur piquante, plus léger que l'air. Il se liquéfie facilement.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 17,03

Point critique : 132,4 °C à 11 480 kPa

Point d'ébullition : – 33,3 °C à la pression atmosphérique

Point de fusion : – 77,7 °C

Masse volumique : 3,4 kg/m³ à 0 °C et 430 kPa

Densité de vapeur (air = 1) : 0,597

Tensions de vapeur :
200 kPa à – 18,7 °C
500 kPa à 4,7 °C
2 000 kPa à 50,1 °C
4 000 kPa à 78,9 °C

Limites d'explosivité en volume % dans l'air :
limite inférieure : 16
limite supérieure : 25

Limites d'explosivité en volume % dans l'oxygène :
limite inférieure : 15,5
limite supérieure : 79

Température d'auto-inflammation : 651 °C

L'ammoniac est très soluble dans l'eau (33,1 % en poids à 20 °C). La dissolution s'accompagne d'un dégagement de chaleur. Les solutions obtenues sont connues sous le nom d'ammoniaque.

Propriétés chimiques [1 à 7]

A température ordinaire, l'ammoniac est un composé stable. Sa dissociation en hydrogène et azote ne commence que vers 450-550 °C. En présence de certains métaux comme le fer, le nickel, l'osmium, le zinc et l'uranium, cette décomposition commence dès 300 °C et est presque complète vers 500 - 600 °C.

L'ammoniac brûle à l'air au contact d'une flamme en donnant principalement de l'azote et de l'eau.

L'ammoniac réagit, généralement violemment, sur de nombreux oxydes et peroxydes.

Les halogènes (fluor, chlore, brome, iode) réagissent vivement sur l'ammoniac et ses solutions aqueuses.

Des réactions explosives peuvent également se former avec l'aldéhyde acétique, l'acide hypochloreux, l'hexacyanoferrate (3⁻) de potassium.

La plupart des métaux ne sont pas attaqués par l'ammoniac ***rigoureusement anhydre***. Toutefois, en présence d'humidité, l'ammoniac, gazeux ou liquide, attaque rapidement le cuivre, le zinc et de nombreux alliages, particulièrement ceux qui contiennent du cuivre. Il agit également sur l'or, l'argent et le mercure en donnant des composés explosifs.

Certaines catégories de plastiques, de caoutchoucs et de revêtements peuvent être attaquées par l'ammoniac liquide.

* Mise à jour de l'édition 1987 portant sur la réglementation seulement.

FT n° 16 - 1/6

Récipients de stockage

Le stockage de l'ammoniac s'effectue généralement dans des récipients en acier.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

– Appareils à réponse instantanée : appareil Draeger (tubes réactifs ammoniac 5/a, 25/a, 0,5 %/a), détecteur colorimétrique MSA et analyseur de gaz « brevets Kuhlmann », détecteurs spécifiques [8].

– Méthodes alcalimétriques [9, 10].

– Méthodes colorimétriques par dosage avec le réactif de Nesser [12, 13].

– Méthode potentiométrique avec électrode spécifique [14].

– Prélèvement sur support imprégné et dosage par chromatographie d'ions [11].

RISQUES

Risques d'incendie

L'ammoniac, gaz relativement peu inflammable, peut former des mélanges explosifs avec l'air dans les limites de 16 à 25 % en volume et avec l'oxygène dans les limites de 15,5 à 79 % en volume.

Le contact de l'ammoniac avec certains produits tels que le mercure, les halogènes, le calcium, l'oxyde d'argent... est une source d'incendies et d'explosions.

Les feux provoqués par l'ammoniac sont difficiles à éteindre ; les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone et les poudres.

Il faut refroidir les récipients voisins exposés au feu en les arrosant avec de l'eau pour éviter les risques d'explosion.

Pathologie - Toxicologie

Toxicologie expérimentale

Aiguë [4, 15 à 18]

La DL 50 par voie orale chez le rat est de 350 mg/kg et chez le chat de 750 mg/kg.

La CL 50, par inhalation, chez le rat est de 7 600 mg/m^3, pour une exposition de 2 heures.

Chez la souris, la CL 50 varie de 10 150 ppm pour une exposition de 10 minutes à 4 837 ppm pour une exposition de 1 heure ; elle est de 3 310 mg/m^3 pour une exposition de 2 heures.

L'exposition à de fortes concentrations d'ammoniac produit une irritation intense, puis des lésions caustiques des muqueuses oculaires, des voies respiratoires et de la peau. A l'autopsie des animaux, on constate des ulcérations des épithéliums oculaires et respiratoires, un œdème aigu pulmonaire hémorragique et, parfois, des atélectasies. La rétention de l'ammoniac dans les voies aériennes supérieures est importante : les lésions hautes sont toujours plus importantes que les atteintes bronchiolaires et alvéolaires. Chez les survivants, les séquelles oculaires définitives (opacité cornéenne, cécité) sont fréquentes.

L'administration orale de solutions aqueuses d'ammoniac est responsable de lésions caustiques du tube digestif (ulcérations, hémorragies, perforations).

L'ammoniac et ses solutions aqueuses sont caustiques pour la peau et les muqueuses ; la gravité des lésions produites dépend de la quantité de la solution appliquée, de la concentration et du temps de contact. Les lésions oculaires sont particulièrement sévères, les ulcérations conjonctivales et cornéennes s'accompagnent presque toujours d'une iritis et, parfois, d'un glaucome. A terme, les séquelles invalidantes (opacités cornéennes, cataracte, glaucome) sont fréquentes. Les solutions hautement alcalines (pH > 11,5) sont très irritantes.

Quelle que soit la voie d'administration, l'intoxication systémique par l'ion ammonium ne semble pas participer au tableau observé.

Chronique [4, 15, 17, 19]

L'exposition répétée ou prolongée à l'ammoniac est responsable d'une irritation oculaire et respiratoire dans toutes les espèces testées. Elle apparaît dès 100 ppm. A concentration constante, lorsque l'exposition est poursuivie, une tolérance apparaît : les signes d'irritation s'amendent ou disparaissent. En raison de la forte rétention de l'ammoniac par les voies aériennes supérieures, les lésions sont toujours plus marquées à ce niveau. L'irritation chronique de l'arbre respiratoire favorise le développement d'infections broncho-pulmonaires.

Les signes d'intoxication systémique sont toujours discrets ou absents : élévation modérée de l'urée sanguine, vraisemblablement secondaire à l'absorption de l'ion ammonium.

Toxicocinétique - Métabolisme [4, 15]

Au contact avec l'humidité, l'ammoniac est rapidement transformé en ammoniaque responsable de l'attaque caustique de la peau et des muqueuses. La pénétration du gaz dans l'arbre respiratoire a été étudiée chez l'animal et chez l'homme. La plus grande partie de l'ammoniac inhalé est retenu (transformé en ammoniaque) au niveau des voies aériennes supérieures. Chez le lapin, lorsque la concentration atmosphérique est de 2 000 ppm, celle mesurée au niveau de la trachée n'est plus que de 100 ppm.

L'absorption digestive, respiratoire ou percutanée de l'ion ammonium formé par la combinaison d'ammoniac et d'eau n'a pas fait l'objet d'étude. L'absorption d'ions ammonium est certainement faible. Elle n'est jamais responsable d'hyperammoniémie. Les ions ammonium absorbés sont transformés en urée et servent à la synthèse des acides aminés. L'excrétion est surtout rénale (il existe également une faible élimination sudorale).

Toxicité sur l'homme

Aiguë [4, 15, 18, 20 à 24]

L'ingestion d'une solution concentrée d'ammoniaque (pH > 11,5) est immédiatement suivie de douleurs buccales, rétrosternales et épigastriques. Les vomissements sont fréquents ; ils sont habituellement sanglants. L'examen de la cavité bucco-pharyngée révèle, presque toujours, des brûlures sévères. La fibroscopie œsogastroduodénale permet de faire le bilan des lésions caustiques du tractus digestif supérieur. Le bilan biologique révèle une acidose métabolique et une élévation des enzymes tissulaires témoignant de la nécrose. L'hyperleucocytose est constante. Les complications pouvant survenir dans les jours suivant l'ingestion sont :

– des hémorragies digestives,

– des perforations œsophagiennes ou gastriques,

– un choc secondaire à une hémorragie abondante ou à une perforation,

– une acidose métabolique intense et/ou une coagulation intravasculaire disséminée (évoquant une nécrose étendue ou une perforation),

– une détresse respiratoire révélant un œdème laryngé, une destruction du carrefour aérodigestif, une pneumopathie d'inhalation ou une fistule œsotrachéale.

L'évolution ultérieure est dominée par le risque de constitution de sténoses digestives.

L'exposition à l'ammoniac provoque, immédiatement, une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires. A concentrations élevées, on observe :

– une irritation trachéobronchique : toux,dyspnée asthmatiforme ; le bronchospasme est parfois intense, responsable d'emblée d'une détresse respiratoire,

– une atteinte oculaire : larmoiement, hyperhémie conjonctivale, ulcérations conjonctivales et cornéennes, iritis, cataracte, glaucome,

– des brûlures chimiques cutanées au niveau des parties découvertes,

– des ulcérations et un œdème des muqueuses nasale, oropharyngée et laryngée.

A court terme, le pronostic dépend de l'évolution des troubles respiratoires : bronchospasme et œdème laryngé, puis œdème aigu pulmonaire lésionnel (survenant habituellement entre la 6e et la 24e heure, après une phase de rémission apparente). Secondairement, l'hypersécrétion bronchique et la desquamation de la muqueuse sont responsables d'obstructions tronculaires et d'atélectasies ; la surinfection bactérienne est habituelle.

Les séquelles respiratoires (sténoses bronchiques, bronchiolite oblitérante, bronchectasies, fibrose pulmonaire) et oculaires (opacités cornéennes, cataracte, glaucome) sont fréquentes.

Les projections cutanées et oculaires d'ammoniaque sont responsables de lésions caustiques locales sévères, si une décontamination n'est pas rapidement réalisée. En cas de projection oculaire, les séquelles (opacités cornéennes, iritis, glaucome, cataracte) sont fréquentes.

Chronique [4, 25, 26]

L'exposition prolongée et répétée à l'ammoniac entraîne une tolérance :

l'odeur et les effets irritants du gaz sont perçus à des concentrations plus élevées qu'initialement (le seuil de perception olfactif de l'ammoniac est très variable : quelques dixièmes de ppm à plus de 100 ppm).

Les effets de l'ammoniac sur la fonction respiratoire des travailleurs exposés au long cours ne semblent avoir fait l'objet que d'une étude ; la population était de petite taille (41 personnes), exposée depuis en moyenne 16 ans à l'ammoniac et à de brutales variations de température. Les concentrations atmosphériques du gaz ne sont pas précisées. Les seules anomalies constatées sont des diminutions (non significatives) de la capacité vitale et du VEMS.

Deux cas d'éruptions urticariennes chez des personnes exposées à des concentrations d'ammoniac élevées ont été décrites. Il n'est pas possible d'être certain du mécanisme allergique de ces manifestations.

Cancérogénèse [4, 27]

Un cancer de la cloison nasale est survenu après une brûlure par un mélange d'ammoniaque et d'huile. Il est impossible de faire la part de la responsabilité de l'ammoniaque dans la genèse de la tumeur.

Selon une équipe de la République démocratique allemande, la mortalité et l'incidence des tumeurs cancéreuses pulmonaires, laryngées, urinaires, gastriques et lymphoïdes étaient élevées dans une usine où l'ammoniac et des amines étaient manipulés. La publication est trop imprécise pour que la responsabilité de l'ammoniac puisse être déterminée.

Valeurs limites d'exposition

En France, le ministère du Travail a fixé pour l'ammoniac la valeur limite d'exposition (VLE) et la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) indicatives qui peuvent être admises dans l'air des locaux de travail. Ces valeurs correspondent aux concentrations respectives de 50 ppm, soit 36 mg/m³ et 25 ppm, soit 18 mg/m³.

REGLEMENTATION

Hygiène et sécurité du travail

1° Règles générales de prévention des risques chimiques

– Articles R. 231-54 à R. 231-54-8 du Code du travail.

2° Aération et assainissement des locaux

– Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.

– Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au *J.O.*).

– Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (*J.O.* du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (*J.O.* du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3° Prévention des incendies

– Articles R. 232-12 à R. 233-12-22 du Code du travail.

– Décret du 14 novembre 1988 (*J.O.* du 24 novembre 1988), section V, articles 43 et 44 (installations électriques) et arrêtés d'application.

– Décret du 17 juillet 1978 et ses arrêtés d'application relatifs au matériel électrique utilisable dans les atmosphères explosives.

4° Cuves et réservoirs

– Article R. 233-46 du Code du travail et circulaire du ministère du Travail du 11 avril 1952 (non parue au *J.O.*).

5° Valeurs limites d'exposition

– Circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parue au *J.O.*).

6° Maladies de caractère professionnel

– Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la Sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

7° Classification et étiquetage

a) de l'*ammoniac anhydre* :

• arrêté du 20 avril 1994 (*J.O.* du 8 mai 1994), qui prévoit la classification suivante :

Inflammable R 10

Toxique R 23

La 22e ATP de la directive 67/548/CEE prévoit en outre :

Corrosif R 34

Dangereux pour l'environnement R 50

b) de l'*ammoniaque* contenant 5 % ou plus de NH_3 :

• arrêté du 20 avril 1994 (*J.O.* du 8 mai 1994) qui prévoit la classification suivante :

conc. ≥ 10 % C ; R 34,

5 % ≤ conc. < 10 % Xi ; R 36/37/38 ;

Pour les conc. ≥ 25 %, la 22e ATP de la directive 67/548/CEE prévoit en outre : N R 50.

c) des *préparations* renfermant de l'ammoniac :

• arrêté du 21 février 1990 modifié (*J.O.* du 24 mars 1990) ; des limites de concentration sont fixées à l'annexe I de l'arrêté du 20 avril 1994.

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, Imprimerie des Journaux officiels, brochures n° 1001 :

– n° 1135, fabrication,

– n° 1136, emploi ou stockage,

– instruction du 4 septembre 1970 relative aux dépôts d'ammoniac liquéfié non réfrigérés ;

– arrêté du 20 février 1978 relatif aux réservoirs utilisés à l'emmagasinage de l'ammoniac liquéfié sous une pression au plus égale à quatre bars ;

– circulaire du 7 janvier 1982 relative à la sécurité des stockages d'ammoniac cryogéniques à pression atmosphérique ;

– arrêté du 31 mars 1980 portant réglementation des installations électriques des établissements susceptibles de présenter des risques d'explosion ;

– arrêtés du 10 juillet 1990 et du 1er mars 1993 modifiés relatifs aux rejets.

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif aux substances et préparations vénéneuses (articles R. 5149 à R. 5170 du Code de la Santé publique, décret du 29 décembre 1988 relatif à certaines sustances et préparations dangereuses) (*J.O.* du 31 décembre 1988) et circulaire du 2 septembre 1990 (*J.O.* du 13 octobre 1990) :

– détention dans des conditions déterminées,

– étiquetage (cf. 7°),

– cession réglementée (ammoniac anhydre).

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants :

1° Transport par route et chemin de fer

– Transport national, ADR et RID : cette substance doit être déclarée sous l'une des rubriques suivantes :

1005-Ammoniac

• Classe : 2 • Code danger : 268
• Chiffre/lettre : 3°at • Code matière : 1005
• Etiquette : 6.1

2073-Ammoniac dissous dans l'eau (de 35 % à 50 %)

• Classe : 2 • Code danger : 268
• Chiffre/lettre : 9°at • Code matière : 2073
• Etiquette : 6.1

2672-Ammoniac en solution aqueuse (de 10 % à 35 %)

• Classe : 8 • Code danger : 80
• Chiffre/lettre : 43°c • Code matière : 2672
• Etiquette : 8

2° Transport par air

– IATA.

3° Transport par mer

– IMDG.

RECOMMANDATIONS [28 à 31]

I. Au point de vue technique

Stockage

• Le stockage s'effectuera dans des locaux spéciaux, largement ventilés, soit par des ouvertures placées à la partie supérieure,

soit par une cheminée de section suffisante et s'élevant au-dessus des immeubles voisins.

• L'installation électrique sera du type étanche à l'abri de l'action corrosive des vapeurs d'ammoniac. Le matériel électrique, y compris l'éclairage, sera conforme à la réglementation en vigueur.

• Ne pas fumer.

• Les récipients seront placés verticalement, à l'abri des rayons solaires, de la chaleur et des produits susceptibles de réagir vivement avec l'ammoniac (cf. propriétés chimiques). Les récipients seront soigneusement fermés et étiquetés. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

• Le sol des locaux sera imperméable et formera cuvette de rétention afin qu'en cas de déversement accidentel, les solutions ne puissent se répandre au dehors.

• Prévoir, à proximité et à l'extérieur, des équipements de protection, notamment des appareils de protection respiratoire isolants autonomes, un poste d'eau à débit abondant, des douches de sécurité et des fontaines oculaires en cas d'accident.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux locaux où sont manipulés l'ammoniac ou ses solutions aqueuses. En outre :

• Instruire le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.

• Effectuer en appareil clos toute opération industrielle. Ventiler convenablement les locaux de travail. Dans tous les cas, capter les émissions à leur source. Prévoir, à proximité, des appareils de protection respiratoire et des équipements de protection appropriés.

• Éviter le contact avec la peau et les yeux. Mettre, à la disposition du personnel, vêtements de protection, gants et lunettes de sécurité. Les effets seront maintenus en bon état et nettoyés après usage.

• Lorsqu'on utilise un appareil faisant intervenir de l'ammoniac, il faut s'assurer que les raccords sont étanches et les conduites en état de fonctionnement et qu'ils sont compatibles avec l'ammoniac.

• Pour la manutention et l'utilisation des bouteilles de gaz comprimé, il faut se conformer aux indications données par le fabricant. Ces bouteilles ne doivent pas être soumises à une manipulation brutale ou à des chocs. Elles ne seront jamais chauffées.

• Les fuites d'ammoniac peuvent être détectées, soit au moyen d'une solution de chlorure d'hydrogène, soit au moyen de chlore ou de dioxyde de soufre comprimés. En présence d'ammoniac, il se forme des fumées blanches. L'utilisation de bougies au soufre est à proscrire en raison du risque d'incendie.

• En cas de fuites d'ammoniac, seul le personnel muni d'appareils respiratoires isolants restera dans la zone polluée. Toutes les sources possibles d'ignition seront éliminées. S'il n'est pas possible de colmater immédiatement la fuite, on dirigera sur elle de grandes quantités d'eau.

• Prévoir des douches de sécurité et des fontaines oculaires dans les ateliers.

• Ne jamais procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'ammoniac ou ses solutions aqueuses sans prendre les précautions d'usage [28].

• L'évacuation des eaux résiduaires dans un égout ou une rivière ne pourra s'effectuer que lorsque leur pH aura été ramené entre 5,5 et 8,5.

• Conserver les déchets ou les produits souillés dans des récipients prévus à cet effet. Les éliminer dans les conditions prévues par la réglementation (traitement dans l'entreprise ou dans un centre spécialisé).

II. Au point de vue médical

• Éloigner des postes comportant un risque d'exposition les sujets atteints d'affections cutanées, cardio-pulmonaires chroniques ou de troubles du tractus digestif supérieur.

• Recommander aux porteurs de lentilles de contact d'utiliser des verres correcteurs lors des travaux où ils peuvent être exposés à des vapeurs ou aérosols du produit.

• Lors des examens systématiques, rechercher des lésions cutanées, oculaires, dentaires et pulmonaires ainsi que des signes d'irritation digestive.

• Lors d'accidents aigus, ***demander dans tous les cas l'avis d'un médecin***. Lui préciser si possible le pH de la solution responsable. Les risques sont particulièrement graves lorsque le pH est supérieur à 11,5.

• En cas de contact cutané, laver immédiatement à l'eau pendant quinze minutes. Retirer s'il y a lieu les vêtements souillés et ne les réutiliser qu'après décontamination.

• En cas de projection oculaire, laver immédiatement à grande eau pendant quinze minutes. Toujours consulter un ophtalmologiste.

• En cas d'inhalation de vapeurs ou d'aérosols, retirer la victime de la zone polluée, après avoir pris toutes les précautions nécessaires. Mettre en œuvre s'il y a lieu des manœuvres de réanimation. Laisser le sujet au repos en raison du risque d'accident respiratoire aigu retardé.

• En cas d'ingestion de solutions diluées (pH inférieur à 11,5), en très faible quantité, faire boire un ou deux verres d'eau. S'il apparaît des douleurs rétrosternales et abdominales, des nausées et des vomissements, consulter un médecin.

• En cas d'ingestion de solutions concentrées dont le pH est supérieur à 11,5 ou de solutions dont le pH n'est pas connu, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements ; faire transférer rapidement en milieu hospitalier.

Bibliographie

1. Ammoniac anhydre – Fiche de données de sécurité. Paris, Rhône-Poulenc, 1986.
2. Encyclopédie des gaz. Paris, l'Air Liquide, 1976, pp. 951-972.
3. Matheson gas data book. Secaucus, Matheson gas products, 1980, pp. 23-33.
4. Occupational health guideline for ammonia. Cincinnati, NIOSH/OSHA, 1981.
5. PASCAL P. – Nouveau traité de chimie minérale. Paris, Masson, 1956, tome X, pp. 76-155.
6. LELEU J. – Réactions chimiques dangereuses. Paris, INRS ED 697, 1987, pp. 36-37 et 39-40.
7. SAX N.I. – Dangerous properties of industrial materials. New York, Londres, Van Nostrand Reinhold Company, 1984, p. 257.
8. ACCORSI A., LAFOREST J.C., HURE P. – Détection de mélanges air-ammoniac à faible concentration. *Cahiers de notes documentaires*, 1987, 127, ND 1627, pp. 217-222.
9. LEITHE W. – The analysis of air pollutants. Ann Arbor, Ann Arbor Science Publishers, 1971, pp. 169-173.
10. RUCH W.E. – Quantitative analysis of gaseous pollutants. Ann Arbor, Ann Arbor-Humphrey Science Publishers, 1970, pp. 24-27.
11. NIOSH manual of analytical methods, 3[e] éd., Suppl. Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1985, méthode 6701.
12. GAGE J.C., STRAFFORD N., TRUHAUT, R. – Methods for the determination of toxic substances in air. Londres, Butterworths, 1962, pp. 12.1-12.2.
13. NIOSH manual of analytical methods, 2[e] éd., vol. 1. Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1977, méthode 205.
14. NIOSH manual of analytical methods, 2[e] éd, vol. 5. Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1979, méthode S. 347.
15. CLAYTON G.D., CLAYTON F.E. – Patty's industrial hygiene and toxicology, 3[e] éd., vol. II B. New York, John Wiley and sons, 1981, pp. 3045-3070.
16. RICHARD D., JOUANY J.M., BOUDENE C. – Toxicité aiguë par voie aérienne du gaz ammoniac chez le lapin. *C.R. Acad. Sci.*, 1978, 287, pp. 375-378.
17. DODDS K.T., GROSS D.R. – Ammonia inhalation toxicity in cats. A study of acute and chronic respiratory dysfunction. *Arch. Env. Health*, 1980, 35, pp. 6-14.
18. GRANT W.M. – Toxicology of the eye, 2[e] ed. Springfield, C.C. Thomas Publishers, 1974, pp. 121-128.
19. RICHARD D., BOULEY G., BOUDENE C. – Effets de l'inhalation continue d'ammoniac chez le rat et la souris. *Bull. Eur. Physiopath. Resp.*, 1978, 14, pp. 573-582.
20. PONTAL P.G., BRUN J.G., LORIMIER G. – Brûlures caustiques du tractus digestif supérieur. *Rev. Méd.*, 1983, 4-5, pp. 191-195.
21. GAULTIER M., FOURNIER E., GERVAIS P., BODIN F. – A propos de 3 cas d'intoxication aiguë par l'ammoniac. Evolution clinique et biologique. *Ann. Méd. Lég.*, 1964, 4, pp. 357-361.
22. WALTON M. – Industrial ammonia gassing. *Brit. J. Ind. Med.*, 1973, 30, pp. 78-86.
23. TAPLIN G.V., CHOPNA S., YANDA R.L., ELAM D. – Radionuclidic lung-imaging procedures in the assessment of injury due to ammonia inhalation. *Chest*, 1976, 5, pp. 582-586.

24. FLUR K.E., DINES D.E., RODARTE J.R., RODGERS R. – Airway obstruction due to inhalation of ammonia. *Mayo Clin. Proc.*, 1983, 58, pp 389-393.

25. EL SEWEFY A.Z., AWAD S. – Chronic bronchitis in an Egyptian ice factory. *J. Egypt. Med. Assoc.*, 1971, 54, pp. 304-310.

26. MORRIS G.E. – Urticaria following exposure to ammonia fumes. *Arch. Ind. Health*, 1958, 13, p. 480.

27. SHIMKIN M.B., DE LORIMIER A.A., MITCHELL J. JR, BURROUGHS T.P. – Appearance of carcinoma following single exposure to a refrigeration ammonia-oil mixture. Report of a case and discussion of the role of carcinogenesis. *Arch. Ind. Hyg. Occur. Med.*, 1954, 9, pp. 186-193.

28. Cuves et réservoirs. Recommandation CNAM R 276. INRS.

29. The handling and storage of liquid propellants. Washington, Office of the director of defense research and engineering, 1963, pp. 39-56.

30. American national standard safety requirements for the storage and handling of anhydrous ammonia. New York, American National Standards Institute, 1972.

31. CICOLELLA A. – Etude de l'action de l'eau sur une fuite d'ammoniac liquide non réfrigéré. *Travail et sécurité*, nov. 1973, pp. 528-533. ■



Colles structurales

Araldite® 2020 (XW 396/XW 397)
Système époxy bicomposant transparent

Présentation essentielles

- **Adhésif transparent, à basse viscosité**
- **Spécialement adapté pour le collage du verre et de la céramique**
- **Convient pour les matériaux transparents**
- **Indice de réfraction proche de celui du verre**

Description

L'Araldite 2020 est un adhésif bicomposant à basse viscosité durcissant à température ambiante, particulièrement adapté au collage du verre. Il convient pour coller une large gamme de matériaux : le métal, la céramique, le verre, le caoutchouc, les plastiques rigides et d'autres matériaux d'usage courant.

Données concernant le produit

Présentation	2020 A	2020 B	Mélange
Test visuel	Liquide transparent	Liquide transparent	Liquide transparent
Densité	1.12	0.95	1.1
Viscosité (mPas)	150	150	150
Durée de vie (100 grs à 25°C) mins	-	-	40 - 50
Indice de réfraction	-	-	1.553
Point éclair (°C)	>140	>120	-

Mise en oeuvre

Prétraitement

La résistance et la durée de vie d'un joint collé dépendent de la qualité du prétraitement des surfaces à assembler.

Les surfaces à encoller doivent au minimum être nettoyées au moyen d'un bon agent dégraissant tel que l'acétone ou le méthoxy-propanol ou autres dégraissants de marque déposée afin d'éliminer toute trace d'huile, de graisse ou de poussière. Alcool, essence ou diluants pour peintures ne doivent jamais être utilisés.

Les joints les plus solides et durables sont obtenus par abrasion mécanique ou attaque chimique ("décapage") des surfaces dégraissées. Une abrasion doit être suivie d'un second dégraissage.

Rapport de mélange	Parties en poids	Parties en volume
2020 A	100	100
2020 B	30	35

La résine et le durcisseur devront être mélangés jusqu'à ce qu'ils forment un ensemble homogène

Application de l'adhésif

Le mélange résine / durcisseur est appliqué à la spatule sur les surfaces à assembler prétraitées et sèches. Une épaisseur de 0,05 à 0,10 mm d'adhésif procurera normalement au joint une résistance optimale au cisaillement.Les pièces à assembler doivent être accostées et mises sous pression immédiatement après l'application de l'adhésif. Une pression de contact uniformément répartie sur l'assemblage assurera un durcissement optimal.

Entretien de l'équipement

Tous les outils devront être nettoyés à l'eau chaude et au savon avant que les résidus d'adhésif ne durcissent.
Enlever des résidus durcis est une opération longue et difficile.
Si des solvants tels que l'acétone sont utilisés pour le nettoyage, les personnes chargées de cette opération devront prendre les précautions nécessaires et éviter tout contact avec la peau et les yeux.

Durée pour atteindre une résistance minimum au cisaillement

Température	°C	10	15	23	40	60	100
Temps de durcissement	heures	24	20	16	3	-	-
pour atteindre RC> 1N/mm²	minutes	-	-	-	-	90	15
Temps de durcissement	heures	60	48	25	7	2.5	-
pour atteindre RC> 10N/mm²	minutes	-	-	-	-	-	20

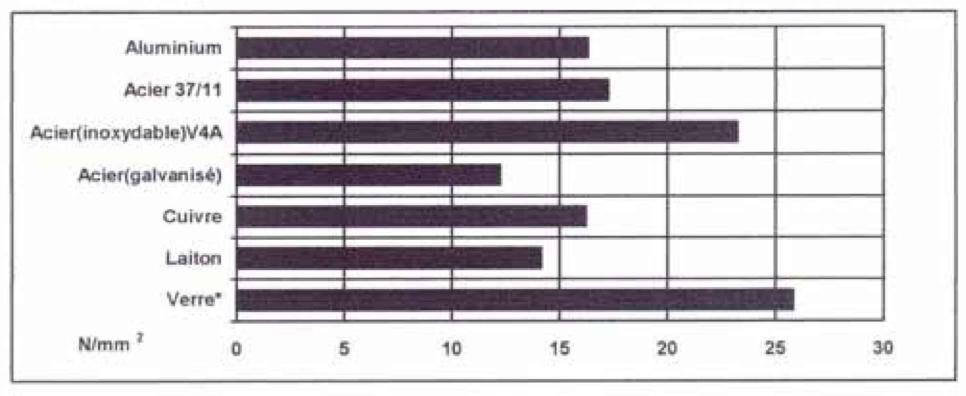
RC = Résistance au cisaillement.

Propriétés types après durcissement

Sauf indication contraire, les chiffres donnés ci-dessous ont tous été obtenus à partir d'échantillons de test standard constitués par le recouvrement de pièces en alliage d'aluminium de 170 x 25 x 1,5mm. La zone de collage étant dans tous les cas de 12,5 x 25mm.
Les chiffres ont été déterminés à partir de lots de production types en utilisant des méthodes de test standard. Ils ne constituent qu'une information technique et ne doivent être en aucun cas considérés comme une spécification du produit.

Résistance moyenne au cisaillement de collages types métal - métal (ISO 4587)

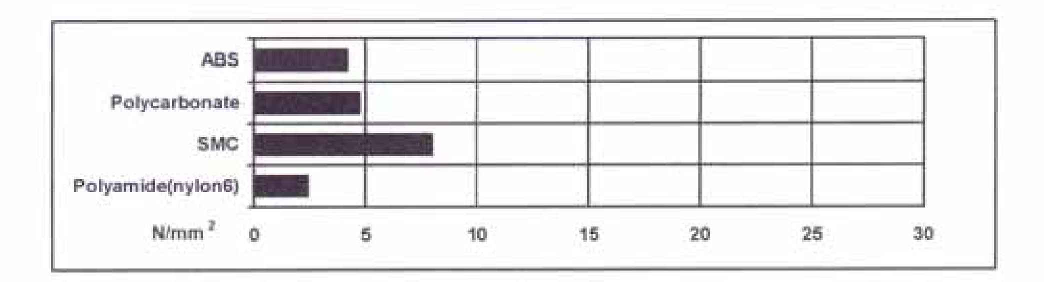
Durcissement pendant 16 heures à 40°C et tests à 23°C,
Prétraitement - Sablage



*Résistance au cisaillement par compression.

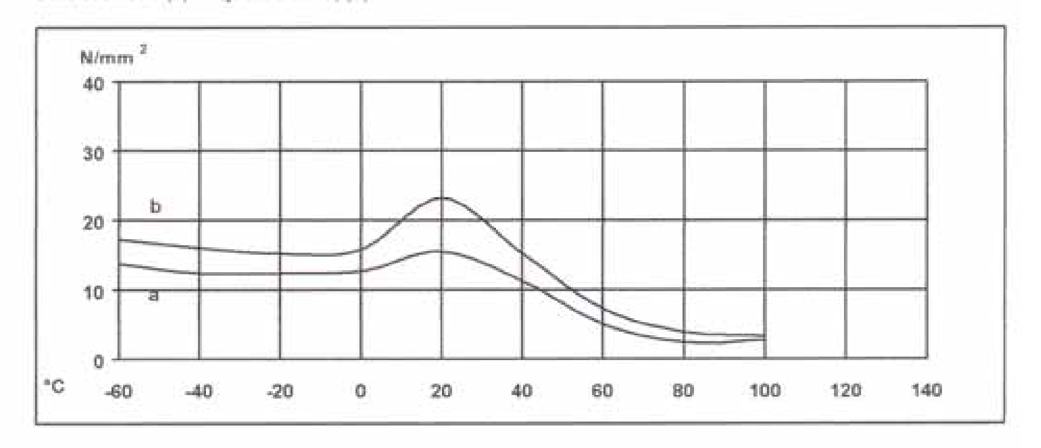
Résistance moyenne au cisaillement de collages types plastique - plastique (ISO 4587)

Durcissement pendant 16 heures à 40°C et tests à 23°C,
Prétraitement - léger ponçage et dégraissage à l'alcool.



Résistance au cisaillement en fonction de la température (ISO 4587) (valeurs moyennes types)

Durcissement: (a) = 7 jours à 23°C; (b) = 24 heures à 23°C + 30 minutes a 80°C



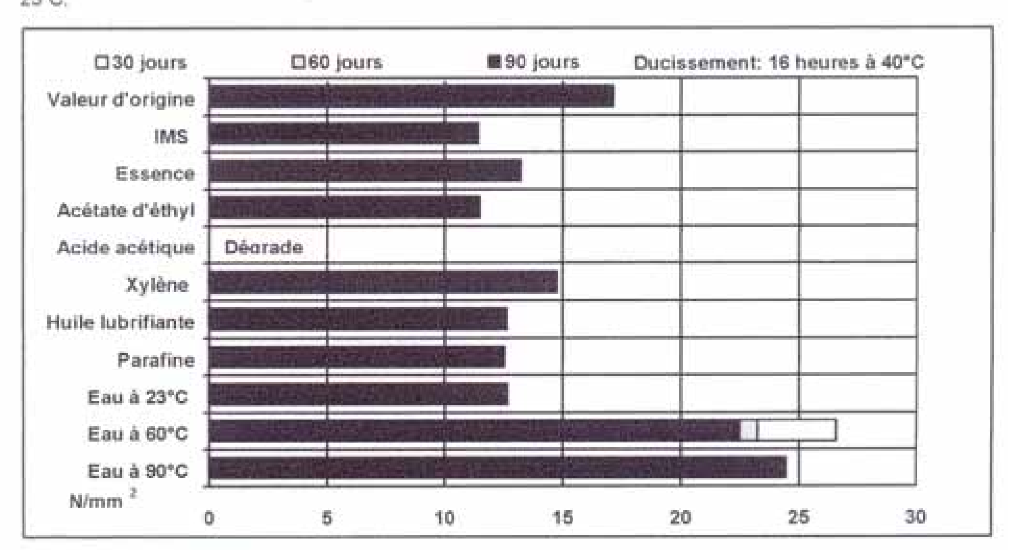
Test de pelage au rouleau (ISO 4578)

Durcissement: 16 heures à 40°C 0.21N/mm

Température de transition vitreuse (°C) 39.5

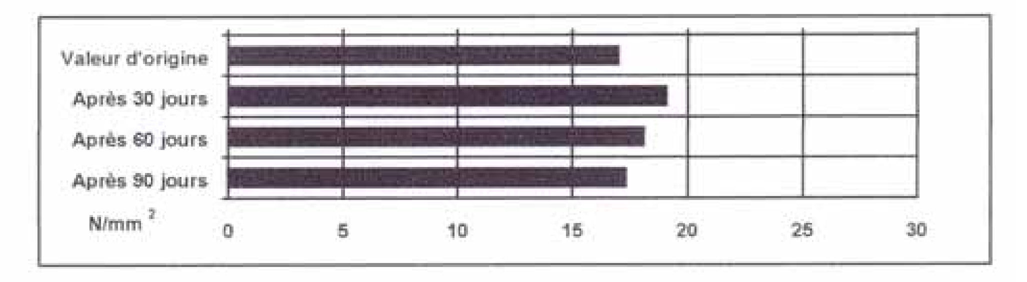
Résistance au cisaillement après une immersion dans differents milieux (typical average values)

Sauf indication contraire, la résistance au cisaillement est déterminée après une immersion pendant 90 jours à 23°C.



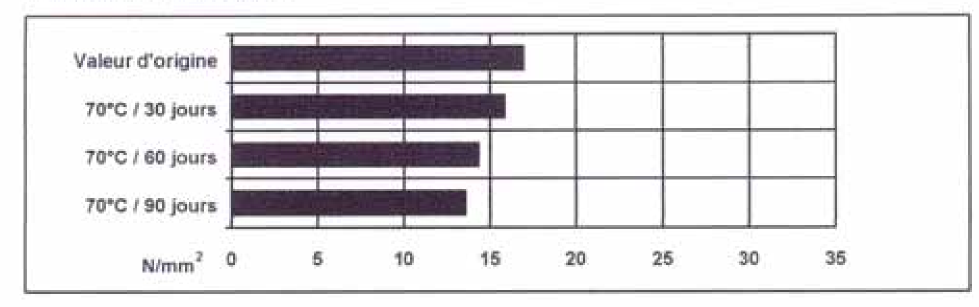
Résistance au cisaillement en conditions tropicales (40/92, DIN 50015; valeurs moyennes types)

Durcissement:16 heures à 40°C; Test a 23°C.



Résistance au cisaillement après un vieillissement en température

Durcissement: 16 heures à 40°C



Cycles thermiques

100 cycles de 6 heures de 30°C à 70°C: 4.5 N/mm²

Stabilité de la teinte

Des échantillons de 3mm d'épaisseur placés dans une cabine de vieillissement accéléré à la lumière du jour pendant 2 semaines ont fait apparaître un léger jaunissement constaté visuellement et à l'aide d'un appareil de mesure Minolta Chroma Cr 2000. Ce test équivaut à environ 10 ans d'exposition normale à la lumière du jour.

Propriétés en flexion (ISO 178)	Durcissement pendant 16 heures à 40°C testé à 23°C
Résistance en flexion	74.9 MPa
Module d'élasticité en flexion	2467.9 MPa

Stockage

L'Araldite 2020 doit être stocké à température ambiante, à l'abri de l'humidité dans son emballage d'origine et doit être impérativement utilisé avant la date de péremption indiquée sur l'étiquette.

Précautions d'emploi

Attention

Les produits Huntsman Advanced Materials peuvent généralement être manipulés sans risque à condition de respecter certaines précautions prises normalement lorsque l'on manipule des produits chimiques. Les matériaux non durcis ne doivent pas par exemple entrer en contact avec des produits alimentaires ou des ustensiles de cuisine, et des mesures doivent également être prises pour empêcher tout contact de la peau avec ces matériaux non durcis, car cela peut avoir un effet néfaste sur les personnes à la peau particulièrement sensible. Le port de gants imperméables en plastique ou en caoutchouc est normalement nécessaire, ainsi que l'utilisation de protections pour les yeux. Les personnes doivent se nettoyer soigneusement la peau à la fin de chaque période de travail avec de l'eau chaude et du savon. L'utilisation de solvants doit être évitée. Elles devront utiliser des serviettes en papier jetables - et non en tissu - pour se sécher la peau. Une ventilation adéquate du lieu de travail est recommandée. Les précautions d'emploi sont décrites plus en détail dans nos fiches de données de sécurité pour les produits individuels. Ces fiches sont disponibles sur demande et doivent être consultées pour de plus amples informations.

FICHE DE DONNEES DE SECURITE **SELON DIRECTIVE 91/155/CEE**
MASTIC POLYESTER FERRO ELASTIC BLANC



1. IDENTIFICATION DU PRODUIT ET DE LA SOCIETE

Désignation commerciale : MASTIC POLYESTER FERRO ELASTIC BLANC

Utilisation : Mastic Polyester

Fournisseur : SOLOPLAST-VOSSCHEMIE
Z.I. Le Fontanil
Rue du Pré Didier
38522 SAINT EGREVE Cedex
Tél. 04 76 75 42 38
Fax 04 76 56 14 49

Renseignements en cas d'urgence (santé/sécurité):
Centre Régional Anti-Poisons Lyon - Tél. 04.72.11.69.11

2. COMPOSITION / INFORMATION SUR LES COMPOSANTS

Description : Résine de polyester contenant matières de remplissage et styrène.

Nature chimique du produit :

Composants contribuant aux dangers :

NOM	N° CAS	N° CE	%	Symbole	Phrase de Risques *
Styrène	100-42-5	202-851-5	13-18 %	Xn	R10 R20 R36/38
Talc (sans fibre d'amiante)	14807-96-6	238-877-9	30-60 %		
Dioxyde de Titane	13463-67-7	236-675-5	< 20 %		

** Libellés des phrases de risques : voir point 16*

3. IDENTIFICATION DES DANGERS

Inflammable.
Nocif par inhalation.
Irrite les yeux et la peau.
L'utilisation prolongée peut provoquer des nausées et des maux de tête.

4. PREMIERS SECOURS

Recommandation générale : Enlever immédiatement les vêtements souillés.
Sur la peau : Enlever mécaniquement. Laver abondamment avec de l'eau et du savon.
Sur les yeux : Rincer immédiatement et abondamment avec de l'eau pendant au moins 15 minutes. Appeler immédiatement un médecin.
En cas d'inhalation : Evacuer le sujet de la zone de danger. Appeler immédiatement un médecin.
En cas d'ingestion : Appeler immédiatement un médecin.

5. MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Moyens d'extinction appropriés : Dioxyde de carbone, mousse, poudre sèche.

6. MESURES A PRENDRE EN CAS DE DISPERSION ACCIDENTELLE

Précautions individuelles :
Veiller à une ventilation suffisante des locaux.
Eloigner de toutes sources de feu ou autres sources d'ignition.
Interdire l'accès aux personnes non habilitées.
Précautions pour la protection de l'environnement :
Empêcher le produit de pénétrer dans le sol, les égouts, les canalisations et les cours d'eau.

VERSION : 1.02.09 **DATE DE REVISION** : 16.08.2005 Page : 1/5

Quick-FDS [14026-45854-26749-000101] - 2006-05-26 - 12:44:09



Méthodes de nettoyage / récupération :
Enlever mécaniquement.
Ramasser les résidus avec une matière absorbante. Voir point 8.
Eliminer en respectant les consignes indiquées au point 13.

7. MANIPULATION ET STOCKAGE

Manipulation :
Eviter le contact avec la peau et les yeux.
Incendie et explosion :
Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.
Veiller à une bonne ventilation du local / aspirer localement le cas échéant.
Stockage :
Stocker le produit hermétiquement fermé dans un endroit frais, bien ventilé.
Conserver à l'écart de l'humidité et de la lumière.
Conserver à l'écart de toute source de chaleur, de flamme ou source d'étincelles.
Interdiction de fumer.
Conserver à l'écart des aliments et boissons, y compris ceux pour animaux.

8. CONTROLES DE L'EXPOSITION ET PROTECTION INDIVIDUELLE

Composants présentant des valeurs seuils à surveiller par poste de travail

CAS N°	Désignation	N° CE	Type	Valeurs	Unité
100-42-5	Styrène	202-851-5	Valeur limite MAK	20	ml/m3
			Valeur limite MAK	86	mg/m3

Catégorie de limite maximum : 4
En respectant les valeurs MAK et BAT, il n'y a pas de risque d'altération de la fertilité.

CAS N°	Désignation	N° CE	Type	Valeurs	Unité
14807-96-6	Talc (sans fibre d'amiante)	238-877-9	Valeur limite MAK	2	mg/m3 A

En respectant les valeurs MAK et BAT, il n'y a pas de risque d'altération de la fertilité.

CAS N°	Désignation	N° CE	Type	Valeurs	Unité
13463-67-7	Dioxyde de Titane	236-675-5	Valeur limite MAK	6	mg/m3 A *)
			Valeur limite MAK	3	mg/m3 A *)

*) Valeur limite d'exposition à la poussière (prescription allemande sur les substances dangereuses TRGS 900 N° 2.4)

Equipements de protection individuelle :

Voies respiratoires :
Veiller à une bonne ventilation.
Une protection respiratoire doit être portée en cas de dépassement des valeurs limites sur le poste de travail.
Utiliser un masque à air frais ou (mais uniquement pour une courte durée) un filtre respiratoire.
Recommandation : Filtre type A de couleur brune.

Protection des mains :
Utiliser de la crème protectrice.
Porter des gants de protection.
Matière préconisée : Caoutchouc fluor.
Respecter les indications du fabricant de gants relatives à la perméabilité et à la résistance de pénétration ainsi que les conditions particulières sur le poste de travail.

Protection des yeux :
Lunettes de protection en cas de risque de contact avec les yeux.

Mesures d'hygiène :
Se laver les mains avat les pauses et en fin de travail.
Durant les travaux ne pas manger, ne pas boire – ne pas fumer.
Oter immédiatement les vêtements souillés de produit.
Stocker les vêtements de travail séparément des vêtements de ville.

FICHE DE DONNEES DE SECURITE **SELON DIRECTIVE 91/155/CEE**
MASTIC POLYESTER FERRO ELASTIC BLANC



9. PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Etat physique :
Aspect : pâteux Couleur : blanc Odeur : du styrène

Informations relatives à la sécurité :

Température d'ébullition	145°C env.
Méthode :	valeur littéraire du styrène
Point d'éclair :	31°C env.
Méthode :	DIN 53213
Température d'auto-Inflammation :	490°C env.
Méthode :	valeur littéraire du styrène
Limite inférieure d'explosivité :	1.1 Vol %
Méthode :	valeur littéraire du styrène
Limite supérieure d'explosivité :	8 Vol %
Méthode :	valeur littéraire du styrène
Pression de vapeur :	à 50 °C, 35 hPa
Méthode :	valeur littéraire du styrène
Densité :	à 20 °C, 1.8 g/cm3
Solubilité dans l'eau :	à 20 °C, 0.30 g/l
Méthode :	valeur littéraire du styrène

Autres données :
Les données physiques sont des valeurs approximatives et sont basées sur les composants significatifs en matière de sécurité.

10. STABILITE ET REACTIVITE

Réactions dangereuses :
Aucune si les conditions de stockage et de manipulation sont respectées.

Produits de décomposition dangereux :
Aucun si les conditions de stockage et de manipulation sont respectées.

Décomposition thermique :
Aucune si les conditions de stockage et de manipulation sont respectées.

Informations complémentaires :
Eviter de chauffer à excès.
Prendre garde à la réaction exothermique avec les peroxydes.

11. INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

Le produit contient du styrène. Le styrène irrite les yeux, la peau et les voies respiratoires. Il est nocif par inhalation.

Données littéraires du styrène :	LC 50, inhal., rat, 4h : 11.8 mg/l
	LD 50, oral, rat : 5000 mg/kg

12. INFORMATIONS ECOLOGIQUES

Ne pas rejeter dans les égouts, canalisations ou cours d'eau.

Données littéraires du styrène :

Toxicité bactérienne aiguë :	EC 00 = 72 mg/l	durée du test : 16 h
Toxicité aiguë pour le poisson :	LC 50 = 17 mg/l	(Juhnke)
	LC 50 = 66 mg/l	(Luedemann)

FICHE DE DONNEES DE SECURITE **SELON DIRECTIVE 91/155/CEE**
MASTIC POLYESTER FERRO ELASTIC BLANC



Espèce test = Ide mélanote (Leuciscus idus) durée du test : 48 h
Toxicité aiguë pour les daphnies : EC 50 = 182 mg/l durée du test : 24 h

13. INFORMATIONS RELATIVES A L'ELIMINATION

Elimination du produit :
A effectuer conformément aux réglementations en vigueur, éliminer le produit dans un centre d'incinération agréé ou stocker sous forme durcie dans une décharge agréée.

Code de déchets / Désignation du déchet (Liste/Catalogue européen des déchets)

07 02 08 autres résidus de réaction et de distillation.

Les codes de déchets sont des recommandations, il est tout à fait possible d'utiliser d'autres codes de déchets en raison de particularités régionales.

14. INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Transport terrestre ADR/RID (ordonnance sur le transport de produits dangereux – route et train) (transfrontalier)

N° ONU :	1866
Désignation du produit :	Solution résine / Resin solution
Etiquette de danger :	3
Groupe d'emballage :	III

Valable pour Mastic à partir de 5 litres par emballage intérieur sans durcisseur.

Remarque Transport ADR :
Résine polyester multi-composants (UN 3269) composée de
Mastic, classe 3, groupe d'emballage III et de durcisseur BPO (peroxyde organique), chapitre 3.4 "quantité limitée" LQ7.

Transport fluvial

ADN/ADNR : non communiqué

Transport maritime IMDG (ordonnance sur le transport de produits dangereux)

N° ONU :	1866
Désignation du produit :	Resin solution
Etiquette de danger :	3
Groupe d'emballage :	III
N° EMS :	F-E, S-E
Marine pollutant :	Non

Transport aérien ICAO et IATA-DGR

N° ONU :	1866
Désignation du produit :	Resin solution
Etiquette de danger :	3
Groupe d'emballage :	III

Inflammable, point d'éclair = +31°C env.
Eviter l'échauffement, éloigner de toutes sources de chaleur.
Garder séparément de la nourriture et des produits de consommation

15. INFORMATIONS REGLEMENTAIRES

Marquage
Contient : STYRENE

Symbole de danger :

Xn. Nocif.

FICHE DE DONNEES DE SECURITE **SELON DIRECTIVE 91/155/CEE**
MASTIC POLYESTER FERRO ELASTIC BLANC



Phrases de risques (R) :
R10 : Inflammable.
R20 : Nocif par inhalation.
R36/38 : Irritant pour les yeux et la peau.

Phrases de sécurité (S):
S2 : Conserver hors de la portée des enfants.
S23 : Ne pas respirer les vapeurs.
S51 : Utiliser seulement dans des zones bien ventilées.
S38 : En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié.
S46 : En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.

Réglementation nationale :
Respecter la législation relative aux restrictions d'emploi, par exemple, les lois de protection des mineurs et de protection maternelle.

Classe de contamination de l'eau (WGK) : 2 (propre classement sans test).

TA - air (styrène) : classe II

Consulter aussi la notice « BG Chemie » :
M 023 « Résines polyester et époxyde »
M 054 « Styrène et préparation à base de styrène »

16. AUTRES INFORMATIONS

Phrases de risques importantes :
R10 : Inflammable.
R20 : Nocif par inhalation.
R36/38 : Irritant pour les yeux et la peau.

Cette fiche complète la notice technique mais ne la remplace pas. Les renseignements qu'elle contient sont basés sur l'état de nos connaissances relatives au produit concerné, à la date indiquée. L'attention de l'utilisateur est, en outre, attirée sur les risques éventuellement encourus lorsqu'un produit est utilisé à d'autres fins que celles pour lesquelles il est conçu.
C'est sous la responsabilité de la personne en possession de cette fiche de sécurité de s'assurer que l'information contenue dans celle-ci soit lue et comprise par toute personne qui utilise, manipule ou même entre occasionnellement, par quelque manière que ce soit, en contact avec le produit. Si par la suite le récipiendaire utilise un produit Soloplast-Vosschemie dans une de ses formulations, il est de sa responsabilité de transférer toutes les données pertinentes vers leurs propres fiches de sécurité, et ce, en accord avec la Directive 88/379/CEE.

Cette fiche ne dispense en aucun cas l'utilisateur de connaître et d'appliquer l'ensemble des textes réglementant son activité. Il prendra, sous sa seule responsabilité, les précautions liées à l'usage qu'il fait du produit. Les rubriques incomplètes résultent du fait que les données ne sont pas connues ou qu'aucune expérience n'a été réalisée, ce qui n'implique pas l'absence d'un danger éventuel.



FICHE TECHNIQUE D'INDICATIONS DE SECURITE B / CH / F

Vernis deux composants P190-535

Date d'émission Novembre 1992 Annule et Remplace : Ne s'applique pas

1 IDENTIFICATION DU PRODUIT ET DU FABRICANT

Code Produit :	P190-535
Nom du Produit :	Vernis deux composants
Fabriqué par :	ICI Paints, Wexham Road, Slough, Berkshire, SL2 5DS, U.K. Numéro de téléphone 753 550000
Numéro d'Urgence	(1) 47 91 91 91
Usage Prévu :	Limité à la peinture de véhicules par des professionnels, après référence aux fiches techniques du fabricant.

2 COMPOSITION / INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

Substances dangereuses pour la santé s'élevant au dessus des limites d'exemption (0.1% pour les substance toxiques, 1% pour tous les autres):

CAS NO	SUBSTANCES DANGEREUSES	%	SYMBOLE	INDICATIONS DE DANGERS
1330-20-7	XYLENE, MELANGE D'ISOMERS	2.5-10	Xn	R20/21,38
112-07-2	ACETATE DE BUTYLGLYCOL	2.5-10	Xn	R20/21
123-86-4	ACETATE DE N-BUTYLE	10-25		
78-93-3	MEHTYLETHYLCETONE	2.5-10	Xi F	R36/37
64742-95-6	CARBURE AROMATIQUE EN C9	10-25		

R20/21	Nocif par inhalation et par contact avec la peau.
R36/37	Irritant pour les yeux et la peau.
R38	Irritant pour la peau.

3 IDENTIFICATION DES DANGERS

Au terme de la Directive sur les substances dangereuses le product est étiqueté comme suit: Très inflammable
Voir sous la rubrique 8 les valeurs limites d'exposition.

4 PRÉMIERS SECOURS

INHALATION: Transporter à l'air libre, garder le patient au chaud et au repos. Si la respiration est irrégulière ou arrêtée, pratiquer la respiration artificielle. Ne rien faire absorber. Si la personne est inconsciente, placer en position de récupération et faire appel à un médecin.
CONTACT AVEC LES YEUX: Laver abondamment avec de l'eau douce et propre durant 10 mn en maintenant les paupières écartées et faire appel à un médecin.
CONTACT AVEC LA PEAU: Enlever les vêtements contaminés. Laver soigneusement la peau avec de l'eau ou du savon ou utiliser un produit nettoyant pour la peau, de marque reconnue. Ne pas utiliser de solvants ni de diluants. Nettoyer soigneusement tous les vêtements avant de les remettre.
INGESTION: En cas d'ingestion accidentelle, faire immédiatement appel à un médecin. Garder au repos. NE PAS FAIRE VOMIR.

5 MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

MOYENS D'EXTINCTION: Recommandés : mousse résistant aux alcools, CO2, poudres.
A ne pas utiliser: pulvérisation d'eau.
RECOMMANDATIONS: Un incendie produira une épaisse fumée noire. L'exposition aux produits de décomposition peut comporter des risques pour la santé. Des appareils respiratoires appropriés peuvent être requis. Refroidir à l'eau les emballages fermés au feu. Empêcher les effluents de la lutte contre le feu de pénétrer dans les égouts ou les cours d'eau.

6 MESURES A PRENDRE ENCAS DE DISPERSION ACCIDENTELLE

Eliminer les sources d'ignition et ventiler les locaux. Eviter d'inhaler les vapeurs. Se référer aux mesures de protection énumérés dans la rubrique 8. Contenir et recueillir les fuites avec des matériaux absorbants non combustibles, par exemple: sable, terre, vermiculite, terre de diatomées, et placer des fûts en vue de l'élimination selon les réglementations en vigueur (voir rubrique 13). Empêcher toute pénétration dans les égouts ou cours d'eau.Nettoyer de préférence avec un détergent; éviter l'utilisation de solvants. Si le produit contamine des nappes d'eau, rivières ou égouts, alerter les autorités compétentes selon les procédures réglementaires.

Vernis deux composants P190-535

7 MANIPULATION ET STOCKAGE

MANIPULATION: Eviter le contact avec les yeux et la peau. Il est interdit de fumer, manger et boire sur les lieux du travail. Les vapeurs sont plus lourdes que l'air et peuvent se propager le long du sol. Elle peuvent aussi former des mélanges explosifs avec l'air. Empêcher la formation de concentrations inflammables ou explosives de vapeurs dans l'air et éviter une concentration de vapeur plus forte que les limites d'exposition professionnelle. En outre, le produit ne doit être utilisé que dans des lieux dépourvus de flamme ou lumière nue, ou de source possible d'ignition. Les appareils électriques doivent être protégés selon la norme appropriée.
Manipuler avec précaution afin d'éviter toute risque de décharge électrostatique.
CONDITIONS D'EMMAGASINAGE: Emmagasiner les produits en un lieu frais, sec et bien aéré et garder les récipients bien fermés.

8 CONTROLES D'EXPOSITION / PROTECTION PERSONNELLE

INGREDIENT DANGEREUX	LTEL 8hr TWA		STEL		Temps	Notes
	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	(mins)	
XYLENE, MELANGE D'ISOMERS	100.00	435.00	150.00	650.00	10	OES sk
ACETATE DE BUTYLGLYCOL	25.00	120.00				SUP sk
ACETATE DE N-BUTYLE	150.00	710.00	200.00	950.00	10	OES
MEHTYLETHYLCETONE	200.00	590.00	300.00	885.00	10	OES
CARBURE AROMATIQUE EN C9	50.00	240.00				SUP

OEL - "Limites d'Exposition Professionnelle (Conseils HSE Note EH40)"
OES - "Norme d'Exposition Professionnelle"
MEL - "Limite d'Exposition Maximum"
SUP - "Limite recommandée par le fabricant"
sk - "Danger d'absorption à travers une peau intacte"
LTEL - "Limite d'exposition à long terme"
STEL - "Limite d'exposition à court terme"
TWA - "Moyenne Pondérée selon le Temps"

PROTECTION RESPIRATOIRE: Eviter de respirer les vapeurs ou aérosols. Veiller à une ventilation adéquate. Si possible, ceci devrait se faire par aspiration aux postes du travail et une extraction générale convenable. Si cette ventilation est insuffisante pour maintenir les concentrations des particules et des vapeurs de solvants sous les valeurs limites d'exposition, des appareils respiratoires doivent être portés. Le choix des appareils respiratoires devra être fait en conformité avec les règlements locaux.
Le groupement européen des fabricants de peintures pour carrosserie représenté au sein de la CEPE recommande le porte de masque à air comme la meilleure protection individuelle lors de l'application de n'importe quelle peinture carrosserie.
PROTECTION DES MAINS: Porter des gants pour le protéger des substances de la Section 2.
PROTECTION DES YEUX: Porter une protection appropriée pour les yeux.
PROTECTION DE LA PEAU: Porter des vêtements protecteurs appropriés. Les crèmes protectrices peuvent être utilisées pour les parties exposée de la peau mais elles ne sont pas suffisantes pour une protection totale.

Toutes les précautions, ci-dessus, s'appliquent également au sablage à sec et à la décomposition thermique, par exemple soudage ou oxycoupage à la flamme de peinture desséchée, qui provoquent de la poussière et/ou des vapeurs.

9 PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Etat physique:	Liquide		
Poids spécifique:	0.962	Point d'éclair:	-18 - <21 deg. centigrade
Miscible à l'eau :	NON	pH:	Pas d'information
LIMITES D'EXPLOSION:	Inférieure -0.8%	Supérieure -	aucune limite supérieur

10 STABILITE ET REACTIVITE

CONDITIONS A EVITER: Pour empêcher des concentrations de vapeurs inflammables dans l'air, il faudra assurer une bonne ventilation naturelle, et si besoin est, un aérage aspirant local. L'accumulation d'excédent de pulvérisation sèche, de chiffons contaminés, etc, peut résulter en une combustion spontanée. De bonnes habitudes de nettoyage, ainsi que le retrait régulier et sans danger de déchets, réduiront les risques au minimum.
MATIERES A EVITER: Eloigner le produit de tous agents oxydants ,de matières fortement alcalines et/ou fortement acides, afin d'éviter des réactions exothermiques.
PRODUITS DE DECOMPOSITION DANGEREUX: Lorsqu'ils sont exposés à hautes températures, certaines matières peuvent se décomposer en produits dangereux,tel que l'oxyde de carbone , dioxyde de carbone ,de la fumée et des oxydes azotés.

11 INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

Il n'existe pas de données expérimentales sur le produit . Cependant, il a été évalué en conformité avec la Directive toutes Préparations et classé sans dangers toxicologiques. Voir la Section 15 pour ces précisions, y compris les risques attachés et les indications de sécurité. Une surexposition est irritantes pour les yeux et pour le système respiratoire. Des concentrations excessives peuvent avoir des effets nocifs sur le système nerveux central y compris la somnolence Une exposition à long terme au delà des limites indiquées peut conduire à des effets nuisibles pour la santé . Des éclaboussures dans les yeux peuvent causer des douleurs et éventuellement des lésions. Un contact prolongé avec la peau peut avoir des effets dégraissants provoquant une irritation de la peau et dans certains cas, en dermites .Le butylglycol et son acétate n'ont pas d'effets sur la reproduction animale comme le 2-éthoxyéthanol /l'éthoxyéthanol et leurs acétates. Cependant, ils sont facilement absorbés par la peau et provoquent des effets nocifs dans le sang .

P190-535

/ernis deux composants

12 INFORMATIONS ECOLOGIQUES

Tout écoulement du produit dans les égouts ou les cours d'eau doit être évité.
Selon les réglements de l'Organisation Maritime International (IMO), certains produits ICI sont classés Polluant Marins. Ces produits particuliers sont indiqués à la Section 14.

13 CONSIDERATIONS RELATIVES A L'ELIMINATION

Les déchets sont susceptibles de présenter des risques d'incendie et doivent être détruits conformément aux réglements locaux.

14 INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

UN :	1263	Groupe d'emballage :	II	ICI Tremcard:	ICI-957
ADR/RID Class:	3	Item:	5b	EMS:	3-05
IMDG Class:	3.2	MFAG:	310		

Etiquette(s) pour produit dangereux:

15 INFORMATION REGLEMENTAIRES CODE D'ETIQUETTE

DESIGNATION DES PRODUITS CHIMIQUES:	Nil
CLASSE DE DANGER :	Très inflammable
PHRASES DE RISQUES:	Très inflammable Conserver à l'écart de toute source d'ignition - Ne pas fumer. Éviter le contact avec la peau et les yeux Pendant l'application au pistolet porter un appareil respiratoire approprié.

16 AUTRES INFORMATIONS

Les informations contenues dans cette feuille ne constituent pas une spécification. Elles ne garantissent pas de propriétés spécifiques. Elles ont pour but de fournir, d'une manière générale, des conseils de santé et de sécurité basés sur notre connaissance de la manutention, l'emmagasinage et l'utilisation du produit. Elles ne sont pas applicables aux utilisations inhabituelles ou non standard du produit, ni aux cas où les instructions ou recommandations ne seraient pas suivies.



FICHE TECHNIQUE D'INDICATIONS DE SECURITE
Diluant standard pour bi-couche

B / CH / F
P850-1292

Date d'émission : Février 1993 Annule et Remplace :

1 IDENTIFICATION DU PRODUIT ET DU FABRICANT

Code Produit	P850-1292
Nom du Produit	Diluant standard pour bi-couche
Fabriqué Par	ICI Paints, Wexham Road, Slough, Berkshire, SL2 5DS, U.K. Numéro de Téléphone 753 550000
Numéro d'Urgence	(1) 47 91 91 91
Usage Prévu	Limité à la peinture de véhicules par des professionnels, après référence aux fiches techniques du fabricant.

2 COMPOSITION / INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

Substances dangereuses pour la santé s'élevant au dessus des limites d'exemption (0,1% pour les substances toxiques, 1% pour tous les autres):

CAS NO	SUBSTANCES DANGEREUSES	%	SYMBOLE	INDICATIONS DE DANGERS
1330-20-7	XYLENE, MELANGE D'ISOMERS	10-25	Xn	R20/21,38
71-36-3	BUTANOL	2.5-10	Xn	R20
123-86-4	ACETATE DE N-BUTYLE	10-25		
67-64-1	ACETONE	10-25	F	
108-65-6	ACETATE DE METHOXY PROPYLE	25-50		

R20 Nocif par inhalation.
R20/21 Nocif par inhalation et par contact avec la peau
R38 Irritant pour la peau.

3 IDENTIFICATION DES DANGERS

Au terme de la Directive sur les substances dangereuses le produit est étiqueté comme suit : Xn - NOCIF
Très inflammable
R20/21 Nocif par inhalation et par contact avec la peau.
R38 Irritant pour la peau.
Voir sous la rubrique 8 les valeurs limites d'exposition.

4 PREMIERS SECOURS

INHALATION : Transporter à l'air libre, garder le patient au chaud et au repos. Si la respiration est irrégulière ou arrêtée, pratiquer la respiration artificielle. Ne rien faire absorber. Si la personne est inconsciente, placer en position de récupération et faire appel à un médecin.
CONTACT AVEC LES YEUX : Laver abondamment avec de l'eau douce et propre durant 10 mn en maintenant les paupières écartées et faire appel à un médecin.
CONTACT AVEC LA PEAU : Enlever les vêtements contaminés. Laver soigneusement la peau avec de l'eau ou du savon ou utiliser un produit nettoyant pour la peau, de marque reconnue. Ne pas utiliser de solvants ni de diluants.
INGESTION : En cas d'ingestion accidentelle, faire immédiatement appel à un médecin. Garder au repos. NE PAS FAIRE VOMIR.

5 MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

MOYENS D'EXTINCTION : Recommandés-mousse résistant aux alcools, CO2, poudres.
À ne pas utiliser: pulvérisation d'eau.
RECOMMANDATIONS : Un incendie produira une épaisse fumée noire. L'exposition aux produits de décomposition peut comporter des risques pour la santé. Des appareils respiratoires appropriés peuvent être requis. Refroidir à l'eau les emballages fermés exposés au feu. Empêcher les effluents de la lutte contre le feu de pénétrer dans les égouts ou les cours d'eau.

6 MESURES A PRENDRE ENCAS DE DISPERSION ACCIDENTELLE

Éliminer les sources d'ignition et ventiler les locaux. Eviter d'inhaler les vapeurs. Se référer aux mesures de protection énumérées dans la rubrique 8. Contenir et recueillir les fuites avec des matériaux absorbants non combustibles, par exemple: sable, terre, vermiculite, terre de diatomées, et placer des fûts en vue de l'élimination selon les réglementations en vigueur (voir rubrique 13). Empêcher toute pénétration dans les égouts ou cours d'eau. Nettoyer de préférence avec un détergent; éviter l'utilisation de solvants. Si le produit contamine des nappes d'eau, rivières ou égouts, alerter les autorités compétentes selon les procédures réglementaires.

7 MANIPULATION ET STOCKAGE

MANIPULATION : Eviter le contact avec les yeux et la peau. Il est interdit de fumer, manger et boire au les lieux du travail.
Les vapeurs sont plus lourdes que l'air. Elles peuvent se propager le long du sol et former des mélanges explosifs avec l'air. Empêcher la création de concentrations inflammables ou explosives dans l'air et éviter une concentration de vapeur supérieure que les limites d'exposition professionnelle. En outre, le produit ne doit être utilisé que dans des lieux dépourvus de flamme nue ou autres sources d'ignition. L'équipment électriques devrait protégés de façon adéquate.
Manipuler avec précaution afin d'eviter toute risque de décharge électrostatique.
CONDITIONS D'EMMAGASINAGE : Emmagasiner les produits en un lieu frais, sec et bien aéré et garder les récipients bien fermés

Diluant standard pour bi-couche **P850-1292**

8 CONTROLES D'EXPOSITION / PROTECTION INDIVIDUELLE

INGREDIENT DANGEREUX	LTEL 8hr ppm	TWA mg/m3	STEL ppm	mg/m3	Temps (mins)	Notes
XYLENE, MELANGE D'ISOMERS	100.00	435.00	150.00	650.00	10	OESsk
BUTANOL			50.00	150.00	10	OESsk
ACETATE DE N-BUTYLE	150.00	710.00	200.00	950.00	10	OES
ACETONE	750.00	1780.00	1500.00	3560.00	10	OES
ACETATE DE METHOXY PROPYLE	100.00	360.00				SUP

OEL - "Limites d'Exposition Professionnelle (Conseils HSE Note EH40)"
OES - "Norme d'Exposition Professionnelle"
MEL - "Limite d'Exposition Maximum"
SUP - "Limite recommandée par le fabricant"
sk - "Danger d'absorption à travers une peau intacte"
LTEL - "Limite d'exposition à long terme"
STEL - "Limite d'exposition à court terme"
TWA - "Moyenne Pondérée selon le Temps"

PROTECTION RESPIRATOIRE : Eviter de respirer les vapeurs ou aérosols. Veiller à une ventilation adéquate. Si possible, ceci devrait se faire par aspiration aux postes du travail et une extraction générale convenable. Si cette ventilation est insuffisante pour maintenir les concentrations des particules et des vapeurs de solvants sous les valeurs limites d'exposition, des appareils respiratoires doivent être portés.
Le choix des appareils respiratoires devra être fait en conformité avec les règlements locaux.
Le groupement européen des fabricants de peintures pour carrosserie représenté au sein de la CEPE recommande le porte de masque à air comme la meilleure protection individuelle lors de l'application de n'importe quelle peinture carrosserie.
PROTECTION DES MAINS : Porter des gants pour le protéger des substances de la Section 2.
PROTECTION DES YEUX : Porter une protection appropriée pour les yeux. ,
PROTECTION DE LA PEAU : Porter des vêtements protecteurs appropriés. Les crèmes protectrices peuvent être utilisées pour les parties exposées de la peau mais elles ne sont pas suffisantes pour une protection totale.

9 PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Etat physique :	Liquide		
Poids spécifique :	0.890	Point d'éclair.	-18 - -21 deg. centigrade
Miscible à l'eau :	Pas d'information	pH	Pas d'information
LIMITES D'EXPLOSION :	Inférieure -0.8%	Supérieure	- aucune limite supérieur

10 STABILITE ET REACTIVITE

CONDITIONS A EVITER : Pour empêcher des concentrations de vapeurs inflammables dans l'air, il faudra assurer une bonne ventilation naturelle, et si besoin est, un aérage aspirant local. L'accumulation d'excédent de pulvérisation sèche, de chiffons contaminés, etc, peut résulter en une combustion spontanée. De bonnes habitudes de nettoyage, ainsi que le retrait régulier et sans danger de déchets, réduiront les risques au minimum.
MATIERES À EVITER : Eloigner le produit de tous agents oxydants, de matières fortement alcalines et/ou fortement acides, afin d'éviter des réactions exothermiques.
PRODUITS DE DECOMPOSITION DANGEREUX : Lorsqu'ils sont exposés à hautes températures, certaines matières peuvent se décomposer en produits dangereux, tel que l'oxyde de carbone, dioxyde de carbone, de la fumée et des oxydes azotés.

11 INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

Il n'existe pas de données expérimentales sur le produit. Cependant, il a été évalué en conformité avec la Directive toutes préparations et classé sans dangers toxicologiques. Voir la Section 15 pour ces précisions, y compris les risques attachés et les indications de sécurité.
Une surexposition est irritantes pour les yeux et pour le système respiratoire. Des concentrations excessives peuvent avoir des effets nocifs sur le système nerveux central y compris la somnolence. Une exposition à long terme au delà des limites indiquées peut conduire à des effets nuisibles pour la santé. Des éclaboussures dans les yeux peuvent causer des douleurs et éventuellement des lésions. Un contact prolongé avec la peau peut avoir des effets dégraissants provoquant une irritation de la peau et dans certains cas des dermites.
Il a été prouvé que les éthers de propylène glycol et leurs acétates n'ont pas d'effet sur la reproduction comme les éthers d'éthylène glycol et leurs acétates.

P850-1?92

Diluant standard pour bi-couche

12 INFORMATIONS ECOLOGIQUES

Tout écoulement du produit dans les égouts ou les cours d'eau doit être évité
Selon les règlements de l'Organisation Maritime International (IMO), certains produits ICI sont classés Polluant Marins. Ces produits particuliers sont indiqués à la Section 14

13 CONSIDERATIONS RELATIVES A L'ELIMINATION

Les déchets sont susceptibles de présenter des risques d'incendie et doivent être détruits conformément aux règlements locaux

14 INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

		Groupe d'emballage		II	ICI-957
UN	1263	Item	3b	ICI Tremcard	
ADR/RID Class	3	MFAG	310	EMS	3-05
IMOG Class	3.2				

Etiquette(s) pour produit dangereux

15 INFORMATION REGEMENTAIRES CODE D'ETIQUETTE.

DESIGNATION DES PRODUITS CHIMIQUES	XYLENE, MELANGE D'ISOMERS	
CLASSE DE DANGER	Xn - NOCIF	Très inflammable.
PHRASES DE RISQUES	R11	Très inflammable.
	R20/21	Nocif par inhalation et par contact avec la peau.
	R38	Irritant pour la peau.
	S7/9	Conserver le récipient bien fermé dans un endroit bien ventilé.
	S16	Conserver à l'écart de toute source d'ignition - Ne pas fumer.
	S24/25	Eviter le contact avec la peau et les yeux.
	S26	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
	S42	Pendant l'application au pistolet porter un appareil respiratoire approprié.
	S51	Utiliser seulement dans des zones bien ventilées.

16 AUTRES INFORMATIONS

Les informations contenues dans cette feuille ne constituent pas une spécification. Elles ne garantissent pas de propriétés spécifiques. Elles ont pour but de fournir, d'une manière générale, des conseils de santé et de sécurité basés sur notre connaissance de la manutention, l'emmagasinage et l'utilisation du produit. Elles ne sont pas applicables aux utilisations inhabituelles ou non standard du produit, ni aux cas où les instructions ou recommandations ne seraient pas suivies.

FICHE TOXICOLOGIQUE N° 132

Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N° 178, 1er trimestre 2000

Essence de térébenthine

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS
(M.T. Brondeau, D. Jargot, F. Pillière, J.C. Protois, M. Reynier, O. Schneider, P. Serre)

Numéro CAS
N° 8006-64-2

Numéros CE
Index
N° 650-002-00-6
EINECS
N° 232-350-7



Xn - Nocif



N - Dangereux pour l'environnement

ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE

R 10	- Inflammable
R 20/21/22	- Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R 65	- Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion
R 36/38	- Irritant pour les yeux et la peau
R 43	- Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau
R 51/53	- Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
S 36/37	- Porter un vêtement de protection et des gants appropriés
S 46	- En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette
S 61	- Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité
S 62	- En cas d'ingestion, ne pas faire vomir : consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette

232-350-7 - Étiquetage CE

Les essences de térébenthine françaises sont obtenues par distillation, à température inférieure à 180 °C, exclusivement des oléorésines obtenues par le gemmage d'une variété de pins vivants : le pin maritime.

Il existe également sur le marché français des produits de provenance étrangère.

Les essences de térébenthine sont composées d'un mélange de terpènes ne contenant qu'une faible quantité de sesquiterpènes et de produits oxygénés. La composition peut varier d'un produit à l'autre. Les principaux constituants sont l'α-pinène et le β-pinène ; on peut également trouver divers produits tels que le camphène, le dipentène ou limonène, le myrcène, le β-phellandrène, le terpinéol... Certaines essences de provenance étrangère contiennent des quantités non négligeables de Δ^3-carène.

Caractéristiques

Utilisations

L'essence de térébenthine entre dans la formulation de nombreux produits :
- peintures et vernis ;
- produits d'entretien : cirages, encaustiques ;
- produits pharmaceutiques (sous forme Codex) ;
- insecticides, bactéricides ;
- parfums.

Propriétés physiques [1 à 4]

L'essence de térébenthine est un liquide incolore (ou légèrement jaune) d'odeur caractéristique de pin, détectable dès 100 ppm.

Elle est insoluble dans l'eau mais miscible à de nombreux solvants organiques.

En outre, c'est un très bon solvant des graisses, cires et huiles.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 136 (env.)
Point de fusion : - 50 à - 60 °C
Point d'ébullition : intervalle de distillation de 150 à 180 °C
Densité (D_4^{20}) : 0,860 à 0,870
Densité de vapeur (air = 1) : 4,6 à 4,8
Tension de vapeur : 0,535 kPa à 20 °C
Point d'éclair (en coupelle fermée) : 32 à 46 °C
Température d'auto-inflammation : 220 à 253 °C
Limites d'explosivité en volume % dans l'air :
limite inférieure : 0,8 %
limite supérieure : 6 %
Indice d'évaporation : 0,4 (acétate de butyle = 1)

à 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 5,6 mg/m³

Propriétés chimiques [1 à 4]

L'essence de térébenthine est un composé stable qui s'oxyde cependant à l'air et à la lumière en vieillissant.

L'essence de térébenthine peut réagir violemment avec les produits oxydants, dont les acides minéraux forts, et avec les halogènes (F_2, Cl_2, I_2) dont le contact peut l'enflammer.

Les métaux usuels ne sont pas attaqués par l'essence de térébenthine.

Récipients de stockage

Le stockage de l'essence de térébenthine peut s'effectuer dans des récipients métalliques recouverts intérieurement d'un revêtement spécial.

Le verre, de préférence très foncé ou noir, est également utilisable pour de petites quantités ; dans ce cas, les bonbonnes seront protégées par une enveloppe métallique, convenablement ajustée.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air [23, 24]

Prélèvement de l'atmosphère par pompage sur tube de charbon actif, désorption par le sulfure de carbone, dosage par chromatographie en phase gazeuse, détection par ionisation de flamme :

- soit globalement par rapport à des étalons de la même essence que celle ayant généré la pollution ;
- soit par dosage individuel des principaux composants de l'essence de térébenthine.

Risques

Risques d'incendie [1 à 4]

L'essence de térébenthine est un liquide inflammable (point d'éclair en coupelle fermée = 32 à 46 °C), dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air dans les limites de 0,8 % à 6 % en volume.

Elle est susceptible de provoquer des incendies par accumulation de charges électrostatiques.

En cas d'incendie, les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone, les poudres chimiques et les mousses spéciales, à condition de pouvoir stopper toute fuite de produit. Dans le cas contraire, il est préférable d'éloigner de la flamme tout autre élément combustible et de laisser brûler.

Refroidir à l'aide d'eau pulvérisée les fûts exposés ou ayant été exposés au feu.

Les intervenants, qualifiés, seront équipés d'appareils de protection respiratoire isolants autonomes et de combinaisons de protection spéciales.

Pathologie-Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

La solubilité des monoterpènes, α-pinène, β-pinène et Δ^3-carène (composés principaux de l'essence de térébenthine) est importante dans le sang et les graisses, ce qui implique une forte absorption pulmonaire et une accumulation dans les tissus adipeux.

L'essence de térébenthine est bien absorbée, chez l'animal comme chez l'homme, par la peau [3], le tractus gastro-intestinal et le tractus respiratoire [5, 6]. L'absorption correspond à 60-70 % de la concentration inhalée par des volontaires humains exposés à 450 mg/m^3 · 2h) pendant 50 semaines. Pendant une telle exposition, la concentration artérielle augmente rapidement puis atteint un plateau vers la 2e heure ; après l'exposition, la concentration artérielle diminue rapidement en 3 phases avec des demi-vies de 3,1-5,3 min pour la phase initiale, 33-41 min pour la phase moyenne et 25-42 h pour la dernière [7].

Chez l'animal, l'essence de térébenthine est surtout distribuée dans le cerveau et la rate [3]. L'exposition chronique provoque chez le rat une accumulation dans la graisse péri-rénale et le cerveau [5].

Un faible pourcentage de l'essence de térébenthine absorbée est éliminé sous forme inchangée par l'air expiré (2 à 8 % chez l'homme) et l'urine mais la plus grande partie est métabolisée et excrétée dans l'urine sous forme conjuguée avec l'acide glucuronique [5].

Toxicité expérimentale

Aiguë

L'essence de térébenthine est un irritant des muqueuses et, à plus forte concentration, un convulsivant [6].

Par voie orale, la DL50 chez le rat est de 5760 mg/kg et les symptômes observés sont des douleurs gastro-entériques avec vomissements, une néphrite toxique avec hématurie, albuminurie et oligourie possibles et des lésions de la vessie. A très fortes doses, le coma peut être suivi de mort par arrêt respiratoire ; à doses plus faibles, on observe une anémie occasionnelle probablement suite à une lésion de la moelle osseuse [3].

La CL50 par inhalation est 2 459 ppm/4 h (13 770 mg/m^3/4 h) chez le rat et 5 204 ppm/2 h (29 142 mg/m^3/2 h) chez la souris [3, 7]. Les symptômes, observés chez les animaux (rat, souris, cobaye, chat et chien) exposés pendant 1 à 6h par inhalation, sont ceux d'une atteinte du système nerveux central : incoordination musculaire, tremblements, convulsions, ataxie, somnolence, dyspnée, tachypnée, baisse du volume courant pulmonaire et mort par arrêt respiratoire brutal [6, 8, 9]. A l'autopsie, on observe une faible congestion pulmonaire mais pas de lésion [3, 9].

L'essence de térébenthine est un irritant sensoriel chez la souris. La RD50 (concentration qui inhibe de 50 % la fréquence respiratoire) est égale à 1 173 ppm (6 569 mg/m^3), avec une réponse maximale à la fin des 30 min d'exposition. Le temps de pause après l'expiration est augmenté, probablement par effet anesthésiant et non par irritation pulmonaire [10].

La plus faible dose létale chez le lapin par voie cutanée est 5 010 mg/kg [8].

L'injection sous cutanée, chez le rat et le lapin, provoque une inflammation chronique avec un effet sur le collagène dermique, une prolifération de nouveaux vaisseaux et un remodelage du tissu conjonctif [3].

L'essence de térébenthine est irritante pour les yeux, le nez et les membranes muqueuses. Elle provoque des eczémas par contact cutané probablement suite à la formation de produits d'oxydation, irritants encore plus puissants [3, 9]. Le contact du liquide avec l'oeil du lapin provoque une douleur immédiate sévère et un spasme de la paupière avec rougeur subséquente, mais pas de lésion [1].

Subchronique et chronique

Tous les rats femelles meurent après une exposition à 5000 mg/m^3 (900 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, 12 sem). Des chiens, des rats mâles ou des cobayes supportent une exposition de même niveau ; les animaux présentent une légère atteinte pulmonaire et une inactivité généralisée. Chez le cobaye (715 ppm, 4 h/j, 45-58 j), il n'y a aucune modification hématologique ou clinique, seules des modifications mineures du foie et des reins sont observées [1, 9].

L'application cutanée induit chez la souris (solution de 25 à 50 %, 1 application/sem, 4 sem) et le hamster (solution à 50 %, 3 fois/sem, 9 sem) une hyperplasie épithéliale bénigne, réversible, avec hyperkératose (augmentation jusqu'à 3 fois de l'épaisseur) [11].

Effet cancérogène

L'essence de térébenthine n'a pas été testée pour son effet cancérogène ; cependant, si elle est appliquée 1 à 3 jours avant une injection sous-cutanée d'uréthane, elle en augmente la cancérogénicité. L'augmentation du nombre de tumeurs est liée à la sévérité de l'effet cutané local [12]. Le L-pinène, composant de l'essence de térébenthine a été montré co-cancérogène [13].

Par application cutanée chez la souris, l'essence de térébenthine n'est pas promotrice ; elle inhibe même la promotion induite par le TPA [14]. Elle induit une hyperplasie qui présente une cinétique semblable à celle induite par des cancérogènes connus (augmentation initiale de la perte cellulaire accompagnée d'une augmentation de renouvellement, suivie d'une baisse de la perte cellulaire) mais de durée et d'intensité plus faibles [15].

Effets sur la reproduction

Une augmentation de la létalité, une dépression sévère du système nerveux central et un poids corporel faible ont été observés chez les rats nouveau-nés quand les mères sont exposées 2 fois/j pendant 10 min à une atmosphère saturée en essence de térébenthine du 17e au 21e jour de gestation. Les mères présentent des signes de toxicité pendant l'exposition

(incoordination, salivation, augmentation de la fréquence respiratoire), réversibles dès la fin de l'exposition [1].

Toxicité sur l'homme

Aiguë [5, 7]

La toxicité aiguë de l'essence de térébenthine est surtout de nature irritative mais des atteintes du système nerveux central sont également décrites.

Les cas d'intoxications aiguës peuvent être secondaires à une inhalation, une ingestion et/ou contamination cutanée.

L'inhalation de vapeurs d'essence de térébenthine peut provoquer des signes d'irritation oculaire, nasale et/ou pulmonaire. D'autres symptômes à type de malaises, céphalées, sensations ébrieuses, excitation, voire ataxie ou convulsions peuvent apparaître parfois associés à des nausées, vomissements ou douleurs abdominales. Lors de très fortes expositions, des troubles de conscience peuvent survenir.

L'exposition de volontaires sains (8 sujets) à des concentrations de l'ordre de 450 mg/m³ pendant 2 heures a entraîné des signes d'irritation nasale et oculaire pendant l'exposition ; une gêne respiratoire et une augmentation des résistances des voies aériennes sont également notées [7].

En cas de contact cutané direct ou par l'intermédiaire de vêtements souillés ou lors de projections, peuvent apparaître des signes d'irritation cutanée (à type d'érythème, oedème, voire bulles) ou oculaire (larmoiement, douleurs oculaires, conjonctivite voire atteinte cornéenne transitoire) de gravité variable.

L'ingestion accidentelle est susceptible d'entraîner des signes d'irritation buccale et digestive (nausées, vomissements, diarrhées ou douleurs abdominales) ainsi qu'une dépression du système nerveux central (syndrome ébrieux puis troubles de conscience) ou des convulsions. La sévérité des symptômes dépend essentiellement de l'éventuelle aspiration pulmonaire de l'essence de térébenthine, réalisant une pneumopathie d'inhalation et associant des signes radiologiques (opacités floconneuses) et cliniques (toux, dyspnée, fièvre) le plus souvent régressifs en l'absence de surinfection.

Chronique [5]

L'essence de térébenthine est responsable de dermatoses d'irritation par action dégraissante et desséchante de la peau en contact mais aussi de dermatoses allergiques (eczéma) [16, 19 à 21].

Un cas de rhinite spécifique à l'essence de térébenthine, utilisée comme diluant par une décoratrice sur porcelaine a été rapportée ; le test de provocation nasale au produit était positif [17] ; un autre cas d'allergie de type I a été publié : il s'agit d'un asthme professionnel chez un ajusteur exposé à des brouillards d'huile contenant de l'essence de térébenthine comme agent désodorisant ; les tests de provocation bronchique étaient positifs avec l'huile, la colophane (émulsifiant de l'huile) et l'essence de térébenthine testée isolément [18].

Les essences de térébenthine les plus riches en Δ^3-carène sont les plus sensibilisantes mais l'α-pinène et le dipentène sont également souvent en cause [17, 19 à 21].

Valeur limite d'exposition

En France, le ministère du Travail a fixé pour l'essence de térébenthine la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) indicative qui peut être admise dans l'air des locaux de travail. Cette valeur correspond à 100 ppm, soit 560 mg/m³.

Réglementation

Définition des essences de térébenthine

- Loi du 30 décembre 1931 (J.O. du 1er janvier 1932) tendant à réprimer la fraude dans le commerce de l'essence de térébenthine et des produits provenant des végétaux résineux.
- Décret du 4 octobre 1932 (J.O. du 23 octobre 1932).
- Circulaire n° 111 du 22 octobre 1932 (J.O du 23 octobre 1932) aux agents du service de la répression des fraudes.

Hygiène et sécurité du travail

1° Règles générales de prévention des risques chimiques

- Articles R. 231-54 à R. 231-54-8 du Code du travail.

2° Aération et assainissement des locaux

-Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au J.O).
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (J.O du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (J.O du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3° Prévention des incendies

- Articles R. 232-12 à R. 232-12-22 du Code du travail.
- Décret du 14 novembre 1988 (J.O du 24 novembre 1988), section V, articles 43 et 44 (installations électriques) et arrêtés d'application.
- Décret du 17 juillet 1978 modifié et arrêtés d'application relatifs au matériel électrique utilisable dans les atmosphères explosives.

4° Valeur limite d'exposition

- Circulaire du ministère du travail du 13 mai 1987 (non parue au J.O) complétant et modifiant la circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parue au J.O).

5° Maladies de caractère professionnel

- Articles L. 461-6 et D. 461-1 (et son annexe) du Code de la Sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

6° Maladies professionnelles

- Articles L. 461-4 du Code de la Sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspection du travail ; tableaux n° 65 et 84.

7° Classification et étiquetage

a) de l'essence de térébenthine ***pure*** :

- arrêté du 20 avril 1994 modifié (J.O du 8 mai 1994), qui prévoit la classification suivante :

Inflammable, R 10	Nocif, R 20/21/22
Irritant, R 36/38	Sensibilisant, R 43
Nocif, R 65	
Dangereux pour l'environnement, R 51/53	

b) des ***préparations*** contenant de l'essence de térébenthine :

- arrêté du 21 février 1990 modifié (J.O. du 24 mars 1990).

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, Imprimerie des Journaux Officiels, brochure n° 1001 :

- n° 1171 et n° 1431, fabrication industrielle,
- n° 1173 et n° 1433, installations de mélange ou d'emploi ;
- arrêtés du 10 juillet 1990 et du 1er mars 1993 modifiés relatifs aux rejets ;
- arrêté du 31 mars 1980 portant réglementation des installations électriques des établissements susceptibles de présenter des risques d'explosion.

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif aux substances et préparations vénéneuses (articles R. 5149 à R. 5170 du Code de la santé publique), décret du 29 décembre 1988 relatif à certaines substances et préparations dangereuses (J.O du 31 décembre 1988) et circulaire du 2 septembre 1990 (J.O du 13 octobre 1990) :

- détention dans des conditions déterminées ;
- étiquetage (cf 7°).

FT 132

4
Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N° 178, 1er trimestre 2000

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants :

1° Transport terrestre national et international (route, chemin de fer, voie de navigation intérieure)

- RID, ADR, ADNR : cette substance doit être déclarée : **1299 essence de térébenthine**

Classe : 3 — Code danger : 30
Chiffre/lettre : 31 c) — Code matière : 1299
Etiquette : 3

2° Transport par air

- IATA.

3° Transport par mer

- IMDG.

Recommandations

I – Au point de vue technique

Stockage

☒ Stocker l'essence de térébenthine dans des locaux frais et bien ventilés, à l'abri des rayons solaires et de toute source de chaleur ou d'ignition (flammes, étincelles...), à l'écart des produits oxydants.

Le sol de ces locaux sera incombustible, imperméable et formera cuvette de rétention, afin qu'en cas de déversement accidentel le liquide ne puisse se répandre au-dehors.

☒ Interdire de fumer.

☒ Mettre le matériel électrique, y compris l'éclairage, en conformité avec la réglementation en vigueur.

☒ Prendre toutes dispositions pour éviter l'accumulation d'électricité statique.

☒ Fermer soigneusement les récipients et les étiqueter correctement.
Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux zones de stockage sont applicables aux ateliers où est utilisée l'essence de térébenthine. En outre :

☒ Instruire le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.

☒ Entreposer dans les ateliers des quantités de produit relativement faibles et de toute manière ne dépassant pas celles nécessaires au travail d'une journée.

☒ Interdire l'emploi d'air ou d'oxygène comprimé pour effectuer le transvasement ou la circulation de l'essence de térébenthine.

☒ Prévenir toute inhalation de vapeurs. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration des vapeurs à leur source d'émission ainsi qu'une ventilation générale des locaux. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel ou pour des interventions d'urgence.

☒ Contrôler régulièrement la teneur de l'atmosphère en essence de térébenthine.

☒ Eviter le contact des produits avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection individuelle : vêtements de travail, gants imperméables (par exemple gants en polyalcool vinylique ; certaines qualités de gants en polychloroprène et en caoutchouc nitrile offrent une résistance suffisante à la perméation [22]) et lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après chaque usage.

☒ Ne pas fumer, boire et manger dans les ateliers.

☒ Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'essence de térébenthine sans prendre les précautions d'usage [25].

☒ Ne pas rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel les eaux polluées par l'essence de térébenthine.

☒ En cas de fuite ou de déversement accidentel, récupérer immédiatement le produit après l'avoir recouvert de matériau absorbant (sable, vermiculite...). Laver ensuite à grande eau la surface ayant été souillée.

Si le déversement est important, supprimer toute source potentielle d'ignition, aérer la zone, évacuer le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs entraînés munis d'un équipement de protection approprié.

☒ Conserver les déchets dans des récipients spécialement prévus à cet effet et les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation (incinération contrôlée, par exemple).

II - Au point de vue médical

☒ A l'embauche et au cours des visites périodiques, l'examen clinique comportera, entre autres, un examen soigneux de la peau. On évitera d'exposer à l'essence de térébenthine les personnes souffrant d'une dermatose étendue, d'une pathologie pulmonaire chronique, d'une atteinte rénale chronique ou d'une affection du système nerveux central.

☒ Sauf si le médecin l'estime nécessaire, il n'apparaît pas impératif, en cas d'exposition modérée et dans l'état actuel des connaissances, de pratiquer des examens complémentaires chez les sujets exposés à l'essence de térébenthine.

☒ On avertira les femmes enceintes ou désirant procréer du risque éventuel, bien que mal connu, pour la grossesse lors d'expositions à un solvant organique.

☒ Lors d'accidents aigus, demander dans tous les cas l'avis d'un médecin ou du centre anti-poisons régional ou des services de secours médicalisés d'urgence.

☒ En cas de contact cutané ou muqueux, laver la peau à grande eau, immédiatement et pendant quinze minutes au moins ; retirer en même temps les vêtements souillés ou suspectés de l'être, qui ne seront réutilisés qu'après avoir été décontaminés. Si une irritation apparaît ou si la contamination est étendue ou prolongée, consulter un médecin.

☒ En cas de projection oculaire, laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant quinze minutes au moins, paupières bien écartées. Une consultation ophtalmologique sera indispensable s'il apparaît une douleur, une rougeur oculaire ou une gêne visuelle.

☒ En cas d'ingestion, ne pas provoquer de vomissements et ne pas faire ingérer de liquides ; on pourra faire absorber du charbon médical activé si le sujet est parfaitement conscient.

☒ En cas d'inhalation, retirer le sujet de la zone polluée après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour les intervenants.

☒ Dans les deux derniers cas, si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité ; en cas d'arrêt respiratoire, commencer les manoeuvres de ventilation assistée ; même si l'état initial est satisfaisant, la transférer, si nécessaire par ambulance médicalisée, en milieu hospitalier où pourra être effectuée une radiographie du thorax. Une surveillance de l'état de conscience, des fonctions cardiovasculaires et pulmonaires ainsi qu'un traitement symptomatique en milieu de soins intensifs peuvent s'avérer nécessaires.